AIRCRAFT ELECTRICAL & ELECTRONICS

XI

SEMESTER 4

KATA PENGANTAR

Kurikulum 2013 adalah kurikulum berbasis kompetensi. Di dalamnya dirumuskan secara terpadu kompetensi sikap, pengetahuan dan keterampilan yang harus dikuasai peserta didik serta rumusan proses pembelajaran dan penilaian yang diperlukan oleh peserta didik untuk mencapai kompetensi yang diinginkan.

Faktor pendukung terhadap keberhasilan Implementasi Kurikulum 2013 adalah ketersediaan Buku Siswa dan Buku Guru, sebagai bahan ajar dan sumber belajar yang ditulis dengan mengacu pada Kurikulum 2013. Buku Siswa ini dirancang dengan menggunakan proses pembelajaran yang sesuai untuk mencapai kompetensi yang telah dirumuskan dan diukur dengan proses penilaian yang sesuai.

Sejalan dengan itu, kompetensi keterampilan yang diharapkan dari seorang lulusan SMK adalah kemampuan pikir dan tindak yang efektif dan kreatif dalam ranah abstrak dan konkret.Kompetensi itu dirancang untuk dicapai melalui proses pembelajaran berbasis penemuan (*discovery learning*) melalui kegiatan-kegiatan berbentuk tugas (*project based learning*), dan penyelesaian masalah (*problem solving based learning*) yang mencakup proses mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, mengasosiasi, dan mengomunikasikan. Khusus untuk SMK ditambah dengan kemampuan mencipta .

Sebagaimana lazimnya buku teks pembelajaran yang mengacu pada kurikulum berbasis kompetensi, buku ini memuat rencana pembelajaran berbasis aktivitas.Buku ini memuat urutan pembelajaran yang dinyatakan dalam kegiatan-kegiatan yang harus **dilakukan** peserta didik.Buku ini mengarahkan hal-hal yang harus **dilakukan** peserta didik bersama guru dan teman sekelasnya untuk mencapai kompetensi tertentu; bukan buku yang materinya hanya dibaca, diisi, atau dihafal.

Buku ini merupakan penjabaran hal-hal yang harus dilakukan peserta didik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan. Sesuai dengan pendekatan kurikulum 2013, peserta didik diajak berani untuk mencari sumber belajar lain yang tersedia dan terbentang luas di sekitarnya. Buku ini merupakan edisi ke-1.Oleh sebab itu buku ini perlu terus menerus dilakukan perbaikan dan penyempurnaan.

Kritik, saran, dan masukan untuk perbaikan dan penyempurnaan pada edisi berikutnya sangat kami harapkan; sekaligus, akan terus memperkaya kualitas penyajian buku ajar ini. Atas kontribusi itu, kami ucapkan terima kasih.Tak lupa kami mengucapkan terima kasih kepada kontributor naskah, editor isi, dan editor bahasa atas kerjasamanya.Mudah-mudahan, kita dapat memberikan yang terbaik bagi kemajuan dunia pendidikan menengah kejuruan dalam rangka mempersiapkan generasi seratus tahun Indonesia Merdeka (2045).

Jakarta, Januari 2014
Direktur Pembinaan SMK

Drs. M. Mustaghfirin Amin, MBA

DAFTAR ISI

Halaman

PETA KEDUDUKAN BAHAN AJAR

GLOSSARIUM

ISTILAH	KETERANGAN
Arus listrik	Proses perpindahan elektron dari titik positip ke titik negatip
AC	Alternating Current/Arus bolak-balik
Anoda	Nama kaki dioda yang berhubungan dengan atom P (positip)
Bias forward	Tegangan panjar arah maju yang menyebabkan dioda menghantar (mengalirkan arus listrik)
Bias revers	Tegangan panjar arah balik yang menyebabkan dioda tidak menghantar
DC	Direct Current/Aru searah
Frekuensi	Getaran listrik yang mempunyai amplitudo dan perioda/waktu yang tetap
Hambatan listrik	Bahan atau zat yang bisa menghambat aliran elektron
Induktor	Komponen listrik/elektronika yang berfungsi sebagai beban induktif
Kondensator	Komponen listrik/elektronika yang dapat menyimpan muatan listrik
Katoda	Nama kaki dioda yang berhubungan dengan atom N (negatip)
Tegangan listrik	Antara dua benda yang tidak sama sifat muatannya terdapat beda tegangan listriknya
Transformator	Alat listrik/elektronika yang berfungsi memindahkan daya listrik dari sisi primer ke sisi sekunder
Bilangan Desimal	Bilangan yang terdiri dari angka-angka 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.
Bilangan Biner	Bilangan yang terdiri dari angka-angka 0 dan 1
Bilangan oktal	Bilangan yang terdiri dari angka-angka 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Bilangan hexadesimal	Bilangan yang terdiri dari angka-angka 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F
DC	Direct Current/Arus searah
Energi	Daya atau tenaga
Frekuensi	Getaran listrik yang mempunyai amplitude dan perioda/waktu yang tetap
Farad	Satuan untuk kapasitansi kondensator
Hambatan listrik	Bahan atau zat yang bisa menghambat aliran elektron
Herzt	Satuan untuk frekuensi listrik
Henry	Satuan untuk induktor/lilitan
LED	Ligth Emiting Diode : dioda yang akan menyala jika dialiri arus DC arah maju
Ohm	Satuan untuk hambatan listrik

BAB I

PENDAHULUAN

A. Deskripsi

Aircraft Electrical and Electronic adalah salah satu mata pelajaran produktif pada jurusan kelistrikan Pesawat Udara yang harus di ikuti oleh peserta didik di Sekolah Menengah KejuruanNegeri 12 Bandung.

Sejalan dengan perkembangan teknologi, maka perkembangan di bidang listrik dan elektronikapun berkembang dengan pesat.Hal in ditanda idengan bermunculanny berbagai macam produk peralatan yang penggunaanya berhubungan dengan listrik dan elektronika.Rangkaian listrik dan elektronika sebenarnya terdiri dari sederetan komponen-komponen yang di rangkai menjadi satu kesatuan yang utuhdan di atur secara rapi berurutan di buat sedemikian rupa sehingga menimbulkan kesan indah dan memiliki nilai seni.

Bidang listrik dan elektronika sudah menjadi bagian yang tidak terpisahkan dalam kehidupan sehari-hari. Karena itulah peserta didik harus mempunyai pengetahuaan tentang listrik dan elektronika agar dapat memahami suatu rangkaian antara lain :

a. Istilah-istilah tentang litrik dan elektronika.

b. Mengetahui wujud, bentuk fisik dan besaran-besaran dari berbagai komponen.

c. Mengetahui makna dan arti dari kode-kode dan lambang yang terdapa dalam rangkaiaan listrik dan elektronika.

d. Mengetahu fungsi dan kegunaan dari komponen-komponen.

e. Membuat dan membaca gambar rangkaian listrik dan elektronika.

f. Mengetahu ipengguaan alat ukur yang di gunakan dalam praktek pembuatan rangkaian listrik dan elektronika.

Bukubahan ajar ini terdiri dari Kompetensi Dasar,yaitu :

- Menjelaskan Symbol-SimbolGerbangLojik

- Menjelaskan Sifat-Sifa tGerbangLojik
- Mendiskusikan Persamaan Keluaran
- Menjelaskan Klasifikasi Penguat
- Menerapkan Hukum Aljabar Boole sesuai Kaidah
- Menggunakan Gerbang Logika Dasar Dan Sekuensial
- Membua Rangkaian Digital Berdasarkan Macam-Macam Gerbang Logika
- Membuat Rangkaian Penguat (Amplifier)

Dengan menguasai modul ini diharapkan peserta didik mampu memahami fungsi, konstruksi dan prinsip kerja rangkaiaan yang berhubungan dengan Aircraf Electric and Electronic dar isemua komponen yang ada dan digunakan pada alat-alat secara umum atau khususnya pada pesawat udara serta mengaplikasikannya pada kehidupan sehari-hari.

Pendekatan pembelajaran dengan system modul memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk belaja rsecara mandiri sesuai dengan percepatan pembelajaran masing-masing. .Modul ini adalah sebagai alat atau sarana pembelajaran yang berisi materi, metode, batasan-batasan dan cara mengevaluasi yang dirancang secara sistematis dan menarik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan.Untuk itu perlu adanya penyusunan bahan ajar atau modul sesuai dengan analisis kompetensi, agar peserta didik dapat belajar efektif dan efisien.

B. Prasyarat

Untukmelaksanakanmodul Aircraft Electrical and Elektronics memerlukankemampuanawal yang harusdimilikipesertadidik yaitu:.

1. Sudah menyelesaikan mata pelejaran Basic Skills Kelistrikan Pesawat Udara.
2. Sudah menyelesaikan mata pelajaran Basic Skills Electronika Pesawat Udara.

C. PetunjukPenggunaanModul

Petunjuk bagi Peserta Didik

Agar diperoleh hasil yang di inginkan pada peningkatan kompetensi, maka tatacara belajar bagi peserta didik memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

a) Bacalah dengan seksama lembar informasi pada setiap kegiatan belajar sebelum mengerjakan lembar kerja yang ada dalam modul.

b) Konsultasiikan jika ada materi di dalam modul yang kurang jelas atau tidak mengerti kepada Guru.

c) Cermatilah langkah langkah kerja pada setiap kegiatan belajar sebelum mengerjakan lemba rkerja yang ada dalam modul.

d) Mengerjakan soal-soai dengan baik yang ada di dalam lemba rlatihan pada setiap kegiatan belajar.

1. **Petunjuk bagi Guru**

a) Membantu peserta didik dalam merencanakan proses belajar.

b) Membimbing peserta didik melalui tugas-tugas pelatihan yang dijelaskan dalam tahap belajar.

c) Membantu peserta didik dalam memahami konsep, prinsip kerja, dan menjawab pertanyaan peserta didik mengenai proses belaja ryang di ikutinya.

d) Membantu peserta didik untuk menentuka dan mengakses sumber tambahan lain yang diperlukan untuk belajar.

e) Mengorganisasikan kegiatan belajar kelompok jika di perlukan.

f) Merencanakan seorang ahli/pendamping guru dari tempat kerja untuk membant jika diperlukan.

D. Tujuan Akhir

Modul ini bertujuan memberikan bekal pengetahuan dan keterampilan kepada peserta untuk mengarah kepada standar kompetensi tentang “A*ircraft Electrical and Electronic”*. Peserta didik dapat dinyatakan telah berhasi menyelesaikan moduL ini jika anda telah mengejakan seluruh isi dari modul bahan aja ini termasuk latihan teori dan praktek dengan benar dan telah mengikuti evaluasi berupa test dengan skor minimum adalah 2,66.

E. Kompetensi Inti Dan Kompetensi Dasar

KOMPETENSI INTI (KELAS XI)	KOMPETENSI DASAR
KI-1 Menghayatidanmengamalkanajaran agama yang dianutnya	1.1 Menyadari sempurnanya konsep Tuhan tentang benda-benda dengan fenomenanya untuk dipergunakan sebagai aturan dalammemahamidanmenerapkankonsepkelistrikandanelektronika
	1.2 Mengamalkannilai-nilaiajaran agama sebagai tuntunan dalammemahamidanmenerapkankonsepkelistrikandanelektronika
KI-2 Menghayatidanmengamalkanperilakujujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotongroyong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsifdan pro-aktifdanmenunjukansikapsebagai	2.1 Mengamalkan perilaku jujur, disiplin, teliti, kritis, rasa ingin tahu, inovatif dan tanggung jawab dalam memahami dan menerapkan konsep kelistrikan dan elektronika
	2.2 Menghargai kerjasama, toleransi, damai, santun, demokratis, dalam menyelesaikan masalah perbedaan konsep berpikir dalam memahami dan menerapkan konsep kelistrikan dan elektronika

bagiandarisolusiatasberbagaipermasalahandalamberinteraksisecaraefektifdenganlingkungansosialdanalamsertadalammenempatkandirisebagaicerminanbangsadalampergaulandunia.	2.3 Menunjukkan sikap responsif, proaktif, konsisten, dan berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam memahami dan menerapkan konsep kelistrikan dan elektronika
KI-3 Memahami, menerapkan, danmenganalisispengetahuanfaktual, konseptual, prosedural, danmetakognitifberdasarkan rasa ingintahunyatentangilmupengetahuan, teknologi, seni, budaya, danhumanioradalamwawasankemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, danperadabanterkaitpenyebabfenomenadankejadiandalambidangkerja yang spesifikuntukmemecahkanmasalah.	3.4. Menjelaskan aljabar boole 3.5.1 Menjelaskan Symbol-simbol gerbang lojik 3.5.2. MenjelaskanSifat-sifatgerbanglojik 3.6. Mendiskusikan Persamaan Keluaran 3.7. Menjelaskan Klasifikasi Penguat
KI-4 Mengolah, menyaji, danmenalardalamranahkonkretdanranahabstrakterkaitdenganpengembangandari yang dipelajarinya di sekolahsecaramandiri, bertindaksecaraefektifdankreatif, danmampumelaksanakantugasspesifik di	4.3 Menggunakan komponen IC terpadu 4.4 Menerapkan hokum aljabar boole sesuai kaidah 4.5 Menggunakan gerbang logika dasar dan sekuensial 4.6 Membuat rangkaian digital berdasarkan macam-macam gerbang logika 4.7 Membuat rangkaian penguat (amplifier)

bawahpengawasanlangsung.	

F. CekKemampuanAwal.

DaftarPertanyaan	Tingkat Penguasaan (score : 0 – 100)
1. Sebutkan Jenis – jenis komponen Pasif !	
2. Sebutkan fungsi dari Resistor yang anda ketahui !	
3. Sebutkan Jenis – jenis komponen Aktif !	
4. Sebutkan fungsi dari dioda yang anda ketahui !	
5. Sebutkan fungsi dari IC yang anda ketahui !	
6. Sebutkan jenis – jenis sistem bilangan yang anda ketahui !	
7. Sebutkan Salah satu gerbang logika yang anda ketahui !	
8. Jenis rangkaian flip – flop dasar adalah ...	
9. Apa yang di maksud dengan penguat pada rangkaian listrik dan elektronika?	
10. Apa yang dimaksud dengan listrik ?	
11. Apa yang di maksud elektronika ?	

BAB II
PEMBELAJARAN

1. Pembelajaran pertama

A. Tujuan Pembelajaran :

Setelah mempelajari kegiatan pertama , diharapkan perserta didik dapat:

1. Memahami sistem kode BCD, EXCESS-3, GRAY dan ASCII
2. Memahami Gerbang Logika Dasar

B. Uraian Materi

- **Sistem Bilangan BCD**

Sampai saat ini kita hanya melihat pengubahan daribilangan desimal ke bilangan biner murni.Pada beberapaaplikasi, misalnya sistem berdasar mikroprosesor, seringkali80lebih sesuai apabila setiap digit bilangan desimal diubahmenjadi 4 digit bilangan biner. Dengan cara ini, suatubilangan desimal 2 digit akan diubah menjadi dua kelompokempat digit bilangan biner, sehingga keseluruhannyamenjadi 8 bit, tidak bergantung pada nilai bilangandesimalnya sendiri. Hasilnya sering disebut sebagai binary-coded decimal (BCD).Penyandian yang sering digunakandikenal sebagai sandi 8421 BCD. Selain penyandian 8421BCD, juga dikenal sejumlah penyandian yang lain.

Contoh :

Ubah 25 menjadi bilangan BCD

Penyelesaian : 2_{10}= 0010 dan 51_{0}= 0101 Sehingga, 25_{10}= 0010 0101 BCD

- **Kode Excess-3**

Kode excess-3 ada hubungannya dengan kode BCD dan kadang-kadang digunakan menggantikan BCD karena mempunyai keuntungan kentungan dalam operasi-operasi aritmetik tertentu. Pengkodean excess-3 untuk bilangan desimal dilaksanakan dengan cara yang sama seperti BCD kecuali bahwa angka 3 ditambahkan pada setiap digit desimal sebelum mengkodekan dalam biner. Misalnya, mengkode bilangan desimal 3 kedalam kode excess-3, pertama-tama kita harus 28menambah 3 untuk memperoleh 7.Kemudian 7 dikodekan dalam kode biner 4-bit ekivalennya, yaitu 0111.Sebagai contoh lain, ubahlah 46 menjadi representasi kode excess-3.

4	6	
+3	+3	tambahkan tiga untuk setiap digit
7	9	
↓	↓	
0111	1001	Diubah menjadi kode biner 4-bit

Tabel dibawah ini mencantumkan representasi kode BCD dan kode excess-3 untuk digit-digit desimal.Perhatikanlah bahwa kedua kode tersebut hanya menggunakan 10 dari 16 kemungkinan grup-grup kode 4-bit. Tetapi bagaimanapun juga, kode exces-3 tidak menggunakan grup-grup kode yang sama. Untuk excess-3,grup-grup kode yang

terlarang adalah 0000,0001,0010,1101,1111.

Desimal	BCD	Excess-3
0	0000	0011
1	0001	0100
2	0010	0101
3	0011	0110
4	0100	0111
5	0101	1000
6	0110	1001
7	0111	1010
8	1000	1011
9	1001	1100

Representasi kode BCD dan kode Excess-3

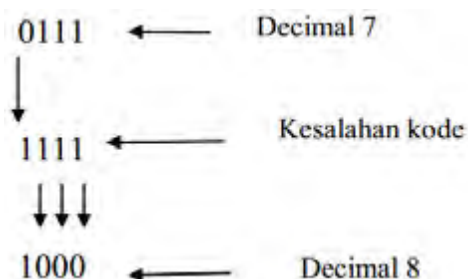
- **Kode Gray**

Kode Gray termasuk kelas kode yang disebut kode perubahan minimum atau minimum change code,dimana hanya mengubah satu bit dalam grup kodenya apabila pindah dari satu step ke step berikutnya. Kode Gray merupakan kode tak berbobot atau unweighted,yang berarti bahwa posisi-posisi bit dalam grup-grup kode tidak mempunyai bobot tertentu. Oleh karena itu, kode Gray tidak sesuai untuk operasi aritmetik tetapi digunakan pada alat-alat input/output dan pada beberapa jenis konvertor-konvertor analog ke digital. Tabel dibawah ini menunjukkan representasi kode Gray untuk bilangan-bilangan desimal dari 0 sampai 15,bersama-sama dengan kode biner langsung. Apabila kita memperhatikan grup-grup kode Gray untuk setiap bilangan desimal, dapat dilihat bahwa pada setiap perpindahan dari satu bilangan desimal ke bilangan berikutnya hanya mengubah satu bit kode Gray. Misalnya, pada saat pindah dari 3 ke 4, kode Gray berubah dari 0010 dan 0110, dengan hanya kedua dari kiri yang berubah. Naik dari 14 ke 15 bit-bit kode Gray berubah dari 1001 ke 1000,dengan hanya bit terakhir yang berubah. Ini adalah karakteristik utama dari kode Gray. Bandingkanlah

ini dengan kode biner, dimana pada setiap tempat mulai dari satu sama ke seluruh bit berubah pada saat naik dari satu step ke step berikutnya.Kode Gray sering digunakan dalam situasi-situasi dimana kode-kode lain, seperti misalnya biner, dapat memberikan hasil-hasil yang salah atau meragukandalam transisi-transisi dimana berubah lebih dari satu kode bit. Misalnya, dengan menggunakan kode biner untuk naik dari 0111 ke 1000 membutuhkan keempat bit berubah secara serentak. Tergantung kepada alat atau rangkaian yang menghasilkan bit, mungkin ada perbedaan berarti (signifikan) dalam waktu-waktu transisi dari bit-bit yang berbeda. Apabila demikian halnya, maka transisi dari 0111 menjadi 1000 dapat menghasilkan satu atau lebih keadaan-keadaan intermediate**.**

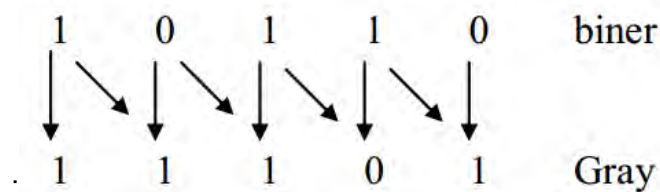
Desimal	Kode Biner	Kode Gray
0	0000	0000
1	0001	0001
2	0010	0011
3	0011	0010
4	0100	0110
5	0101	0111
6	0110	0101
7	0111	0100
8	1000	1100
9	1001	1101
10	1010	1111
11	1011	1110
12	1100	1010
13	1101	1011
14	1110	1001
15	1111	1000

Tabel Representasi kode Gray dan Biner

Misalnya, apabila bit yang paling signifikan berubah lebih cepat dari yang selebihnya, akan terjadi transisi-transisi seperti berikut ini :

Terjadinya 1111 hanya sesaat tetapi dapat menyebabkan kesalahan operasi dari elemen-elemen yang sedang dikontrol oleh bit -bit. Jelaslah bahwa dengan menggunakan kode Gray dapat meniadakan masalah ini, karena hanya terjadi satu

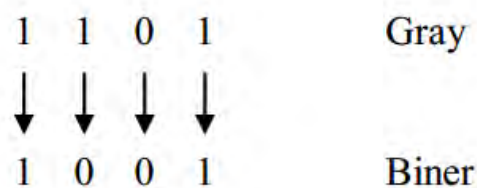
perubahan bit per transisi dan siantara bit-bit tidak terjadi race.Mengubah kode biner ke kode Gray :

- Bit pertama dari kode Gray samadengan bit pertama dari bilangan biner
- Bit kedua dari kode Gray samadengan exclusive-OR dari bit pertama dan kedua dari bilangan biner, yaitu akan samadengan 1 apabila bit -bit kode biner tersebut berbeda, 0 apabila sama.
- Bit kode Gray ketiga samadengan exclusive-OR dari bit-bit kedua dan ketiga dari bilangan biner, dan seterusnya.

  Untuk menunjukkannya,marilah kita mengubah biner 10110 menjadi kode Gray :

Mengubah dari Gray Ke Biner

Untuk mengubah dari Gray ke Biner diperlukan prosedur yang berlawanan dengan prosedur yang diberikan di atas.

1. Bit biner pertama adalah sama dengan bit kode Gray pertama
2. Apabila bit Gray kedua 0, bit biner kedua sama dengan yang pertama; apabila bit gray kedua 1, bit biner kedua adalah kebalikan dari bit biner pertama.
3. Langkah 2 diulang untuk setiap bit berikutnya.

Untuk lebih jelasnya perhatikan contoh berikut :

* **Sistem Bilangan ASCII**

ASCII (American Standar Code For Information Interchange) adalah jugasering disebut dengan sandi ASCII yang sering digunakan untukmemproses sistem informasi, komunikasi, dan peralatan yang salingberhubungan biasanya berupa keypad (papan ketik) atau lebih lengkapdisebut keyboard. Peraturan FCC memberikan para pengguna ASCII amatir agar dapat menyesuaikan pada ASCII yang diartikan oleh AmericanNational Standar Institute (ANSI) Standar X3.4-1968.ANSI telah membuatperbaikan menjadi X3.4-1977.ANSI yang menggunakan

istilah yang berbeda misalnya dari dua pilihan output untuk graphic tertentu. ANSI adalah rekan usaha Internasional dengan Organisasi Internasional dalam memberlakukan standart ISO 646-1973 dan Internasional Alphabet no. (IA5) yang secara spesifik direkomendasikan dalam CCITT (International Telegraph and Telephone Consultative Commitee). ASCII menyajikansebuah karakter dengan 7 bit bilangan biner yang memungkinkankombinasi 128 karakter yang berbeda. Dari 128 karakter ini 96 karakterdiantaranya merupakan printable character (termasuk huruf besar dankecil). Sisa karakter yang lain sebanyak 32 buah digunakan untuk karakterkhusus seperti carriage Return, Line Feed, Back Space, Delete.Tidak seperti (Bandot), ASCII telah lebih tinggi dan memiliki noise kasus yang rendah dalam penulisannya. Sekumpulan Code ASCII dapat dilihat pada tabeh berikut ini:

Penempatan Character Code ASCII

					6	0	0	0	0	1	1	1	1
Bit					5	0	0	1	1	0	0	1	1
Number					4	0	1	0	1	0	1	0	1
				Hex	1st	0	1	2	3	4	5	6	7
3	2	1	0	2nd									
0	0	0	0	0		NUL	DLE	SP	0	@	P	'	p
0	0	0	1	1		SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
0	0	1	0	2		STX	DC2	"	2	B	R	b	r
0	0	1	1	3		ETX	DC3	#	3	C	S	c	s
0	1	0	0	4		EOT	DC4	$	4	D	T	d	t
0	1	0	1	5		ENQ	NAK	&	5	E	U	e	u
0	1	1	0	6		ACK	SYN	%	6	F	V	f	v
0	1	1	1	7		BEL	ETB	'	7	G	W	g	w
1	0	0	0	8		BS	CAN	(	8	H	X	h	x
1	0	0	1	9		HT	EM	)	9	I	Y	i	y
1	0	1	0	A		LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
1	0	1	1	B		VT	ESC	+	;	K	[	k	{
1	1	0	0	C		FF	FS	'	<	L	\	l	|
1	1	0	1	D		CR	GS	-	=	M	]	m	}
1	1	1	0	E		SO	RS	.	>	N	^	n	~
1	1	1	1	F		SI	US	/	?	O	_	o	DEL

ACK = acknowledge
BEL = bell
BS = backspace
CAN = cancel
CR = carriage return
DC1 = device control 1
DC2 = device control 2
DC3 = device control 3
DC4 = device control 4
DEL = delete
DLE =data link escape
ENQ = enquiry
EM = end of medium
EOT = end of transmission
ESC = escape
ETB = end of block
ETX = end of text

FF = form feed
FS = file separator
GS =group separator
HT = horizontal tab
LF = line feed
NAK = negative acknoweledge
NUL = null
RS = record separator
SI = shift in
SO = shift out
SOH = start of heading
SP = space
STX = start of text
SUB = substitute
SYN = synchronous idle
US = unit separator
VT = vertical tab

Note : "1"= mark, "0"= space
Bit 6 is the most significant bit (MSB)
Bit 0 is tme least significant bit (LSB)

Nomor bit didalam table disusun sesuai pasangan gambar dari b6-b0.Dalam code internasional £, selalu menempati # dan $ mungkin untukmenandai kata uang internasional §Sementara pada awalnya misalnya pada terminal video display danteleprinter seperti teletype corp model 33, selalu diimplementasikan padakenaiakan kasus huruf atau lambing. Mereka selalu menggambarkankenaikan kasus huruf saat menerima kasus/huruf yanf lebih rendah. Dalamterminal CAPS LOCK, dalam keyboard mungkin dapat digunakan untukmengubah semua huruf ke kenaikan kasus.

Karakter Kontrol

ASCII telah memiliki 32 karakter khusus yang berfungsi sebagi karaktercontrol ditambah dengan karakter istimewa. Mereka tidak konsisten dalammenggunakan spesifikasi pada standart ANSI X3.4. Bagaimanapun ini akan membantu untuk mengetahui penggunaan sesuai standart.Terdapat 5 kelompok dalam rangkaian control yaitu:

a. Logical Communication
b. Device Control
c. Information Separator
d. Code Extention
e. Physical Communication

Dibawah ini adalah contoh penjelasan dari karakter control yangberbeda. Penjelasan ini dapat dibaca dari tabel yang sudah dilengkapidengan karakter ASCII, Code Hexadecimal, Code biner dan symbol graphicsebagai berikut:

ASCII Char	Keyboard Char	Decimal	Hexadecimal	Binary	Graphic Symbol
LOGICAL COMMUNICATION CONTROL					
SOH	Control A	1	01	0000001	⌈
STX	Control B	2	02	0000010	⊥
ETX	Control C	3	03	0000011	⌋
ACK	Control F	6	06	0000110	∨
ASCII Char	Keyboard Char	Decimal	Hexadecimal	Binary	Graphic Symbol
PHYSICAL COMMUNICATION					
NUL	Control @	0	00	0000000	□
CAN	Control x	24	18	0011000	X
EM	Control y	25	19	0011001	Φ
SUB	Control z	26	1A	0011010	ς
DEVICE CONTROL					
BEL	Control G	7	07	0000111	⌓
BS	Control H	8	08	0001000	ʕ
HT	Control I	9	09	0001001	→
VT	Control K	11	0B	0001011	↓
INFORMATION SEPARATOR					
FS	Control \	28	1C	0011100	⌜
GS	Control |	29	1D	0011101	⌞
RS	Control ^	30	1E	0011110	⌟
US	Control -	31	1F	0011111	⌝
CODE EXTENTION					
SO	Control N	14	0E	0001110	⊗
SI	Control O	15	0F	0001111	⊙
ESC	ESC	7	0B	0011011	⊖

Keseimbangan (Parity)

Saat adanya ke tidak tepatan penempatan ASCII disimpan 8 bit denganmenambahkan angka 0 sebagai bit bersignifikasi paling tinggi(diletakkan pada pada bit paling kiri). Sebagai contoh karakter R akantersimpan sebagai 0101000, dan seterusnya. Bit tambahan ini seringdigunakan untuk uji paritas. Penambahan ini mungkin untukpemeriksaan keseimbangan/sama rata. Untuk membedakan datakomunikasi dan pengertian parity dapat juga mengamankan datakomunikasi.

Code Tambahan (Code Extention)

Dengan tambahan parity menjadi 8 bit, dapat digunakan sebagai balastingkat code character. Pekerjaan yang sekarang dijalani untuk menghasilkanstandar internasional dalam batas tingkat kumpulan code character. Untukkomunikasi teks yang akan memberikan sekumpulan tambahan karaktergrafik.

ASCII SERIAL TRANSMISSION

Serial transmission dari karakter ASCII dapat menjadi penurunan bit pertamake kenaikan bit yang paling penting (MSB) atau b0 menjadi b6 ditambahdengan keseimbangan bit parity jika diperlukan.Tabel berikut ini merupakan tampilan kelengkapan perangkat karakter ASCIIuntuk melengkapai tabel diatas.

ASCII	Karakter	ASCII	Karakter	ASCII	Karakter	ASCII	Karakter
000	NUL	032	Blank	064	@	096	
001	SOH	033	!	065	A	097	a
002	STX	034	"	066	B	098	b
003	ETX	035	#	067	C	099	c
004	EOT	036	$	068	D	100	d
005	ENQ	037	%	069	E	101	e
006	ACK	038	&	070	F	102	f
007	BEL	039	'	071	G	103	g
008	BS	040	(	072	H	104	h
009	HT	041	)	073	I	105	i
010	LF	042	*	074	J	106	j
011	VT	043	+	075	K	107	k
012	FF	044	'	076	L	108	l
013	CR	045	-	077	M	109	m
014	SO	046	'	078	N	110	n
015	SI	047	/	079	O	111	o
016	DLE	048	0	080	P	112	p
017	DC1	049	1	081	Q	113	q
018	DC2	050	2	082	R	114	r
019	DC3	051	3	083	S	115	s
020	DC4	052	4	084	T	116	t
021	NAK	053	5	085	U	117	u
022	SYN	054	6	086	V	118	v
023	ETB	055	7	087	W	119	w
024	CAN	056	8	088	X	120	x
025	EM	057	9	089	Y	121	y
026	SUB	058	:	090	Z	122	z
027	ESC	059	;	091	[	123	{
028	FS	060	<	092	\	124	|
029	GS	061	=	093	]	125	}
030	RS	062	>	094	↑	126	~
031	US	063	?	095	_	127	DEL

Catatan:

Karakter pertama dan terakhir adalah karakter control. Mereka tidak boleh dicetak.

* **Gerbang Logika dasar**

Gerbang logika adalah piranti dua keadaan, yaitumempunyai keluaran dua keadaan: keluaran dengan nolvolt yang menyatakan logika 0 (atau rendah) dan keluarandengan tegangan tetap yang menyatakan logika 1 (atautinggi). Gerbang logika

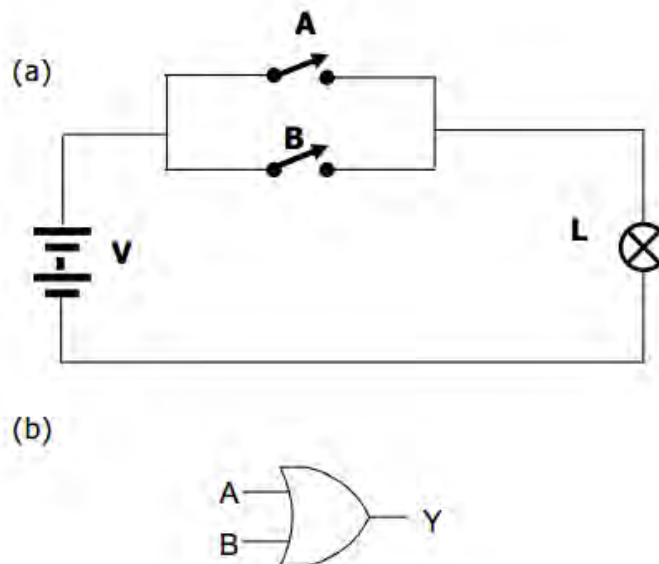
dapat mempunyai beberapamasukan yang masing-masing mempunyai salah satu daridua keadaan logika, yaitu 0 atau 1.macam-macam gerbanglogika dasar adalah gerbang OR, AND, NOT.

* **Gerbang OR**

Jenis gerbang pertama yang kita pelajari adalahgerbang OR. Gerbang OR diterjemahkan sebagaigerbang “ATAU” artinya sebuah gerbang logika yangkeluarannya berlogika “1” jika salah satu atau seluruhinptunya berlogika “1”. Jika ada dua input maka table kebenarannya dapat digambarkan seperti table dibawah ini:

Input		Output
A	B	Y / L
0 (off)	0 (off)	0 (padam)
0 (off)	1 (on)	1 (nyala)
1 (on)	0 (off)	1 (nyala)
1 (on)	1 (on)	1 (nyala)

Tabel Kebenaran Gerbang OR

Model dan simbol atau lambang gerbang OR

(a) Model rangkaian Gerbang OR

(b) simbol gerbang OR

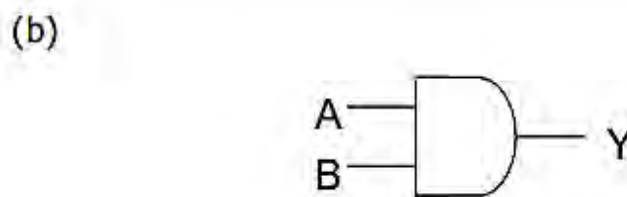
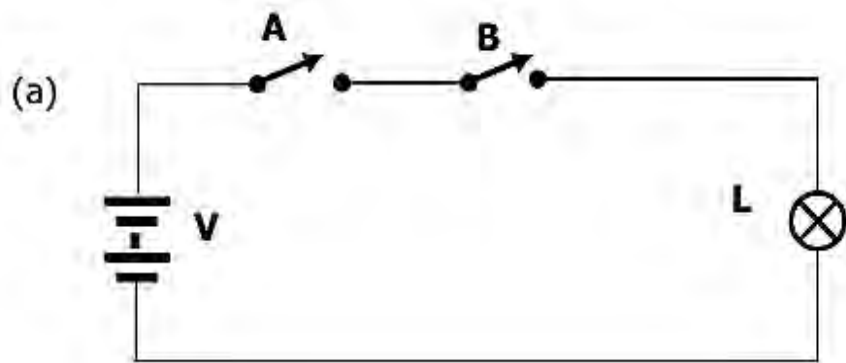
A dan B adalah masukan (input) sedangkan Y adalahkeluaran (outpit). Pada tabel kebenaran diatas,diperlihatkan kondisi masukan dan keluaran gerbangOR. Kajilah tabel ini secara seksama dan ingatlah hal-hal berikut ini: gerbang OR memberikan keluaran 1 bilasalah satu input A atau B atau kedua-duanya adalah

1.Begitupun halnya dengan yang tiga kondisi masukan.Keluarannya 0 jika ketiga kondisi masukan 0, selain itukeluarannya 1.

* **Gerbang AND**

Gerbang AND merupakan jenis gerbang digital keluaran1 jika seluruh inputnya 1. Gerbang AND diterjemahkansebagai gerbang “DAN” artinya sebuah gerbang logikayang keluarannya berlogika “1” jika input A dan input B dan seterusnya berlogika “1”. Jika ada dua input makatabel kebenarannya dapat digambarkan seperti tabel dibawah ini.

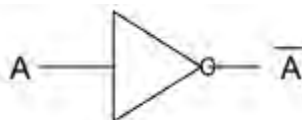
Input		Output
A	B	Y /L
0 (off)	0 (off)	0 (padam)
0 (off)	1 (on)	0 (padam)
1 (on)	0 (off)	0 (padam)
1 (on)	1 (on)	1 (nyala)

Tabel Kebenaran Gerbang AND

(a) Model rangkaian Gerbang AND

(b) simbol gerbang AND

* **Gerbang NOT**

Jenis rangkaian digitall dasar yang lain adalah gerbangNOT. Gerbang NOT ini disebut inverter (pembalik).Rangkaian ini mempunyai satu masukan dan

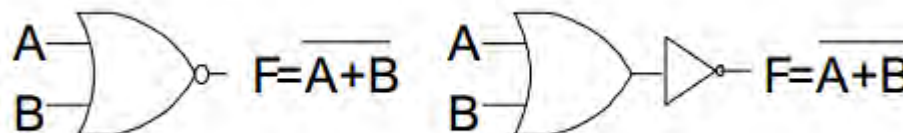
satukeluaran. Gerbang NOT bekerja membalik sinyalmasukan, jika masukannya rendah, maka keluarannyainggi, begitupun sebaliknya.simbol gerbang NOTditunjukkan pada gambar

Simbol gerbang NOT

Masukan A	Keluaran A*
1	0
0	1

Tabel kebenaran gerbang NOT

GERBANG KOMBINASIONAL

* **Gebang NOR**

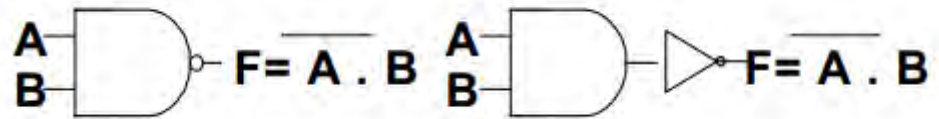
Gerbang NOR adalah gerbang kombinasi dari gerbangNOT dan gerbang OR. Dalam hal ini ada empat kondisiyang dapat dianalisis dan disajikan pada table kebenaran. Sedangkan untuk simbol gerbang NOT, diperlihatkan pada gambar dibawah ini .

Simbol gerbang NOR

Input		Output
A	B	F
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

tabel kebenaran gerbang NOR

* **Gerbang NAND**

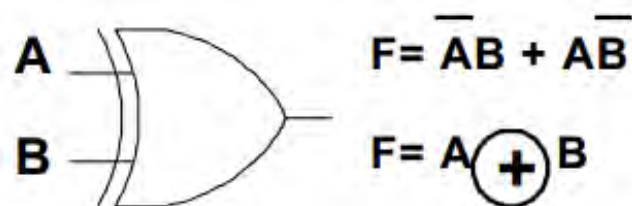
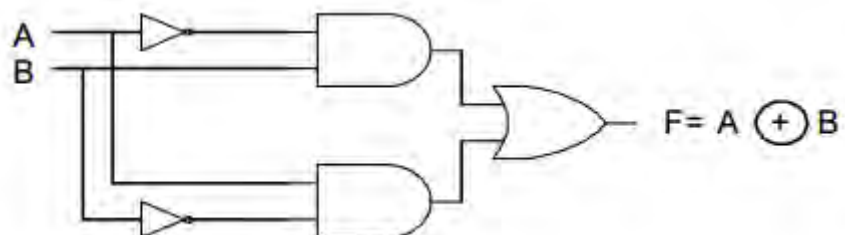
Gerbang NAND adalah gerbang kombinasi dari gerbangNOT dan gerbang AND. Dalam hal ini ada empatkondisi yang dapat dianalisis dan disajikan pada table kebenaran. Sedangkan untuk simbol gerbang NAND,diperlihatkan pada gambar

A B $F= \overline{A . B}$ A B $F= \overline{A . B}$

Simbol Gerbang NAND

Input		Output
A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

tabel Kebenaran Gerbang NAND

* **Gerbang Ex-OR**

Gerbang Ex-OR (dari kata exclusive-or) akanmemberikan keluaran 1 jika kedua masukannyamempunyai keadaan yang berbeda. Dalam hal ini adaempat kondisi yang dapat dianalisis dan disajikan padatabel kebenaran. Sedangkan untuk simbol gerbang Ex-ORdiperlihatkan pada gambar

Simbol Gerbang Ex-OR

Ekivaken gerbang Ex-OR

Input		Output
A	B	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

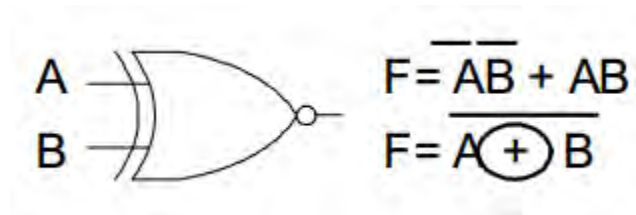
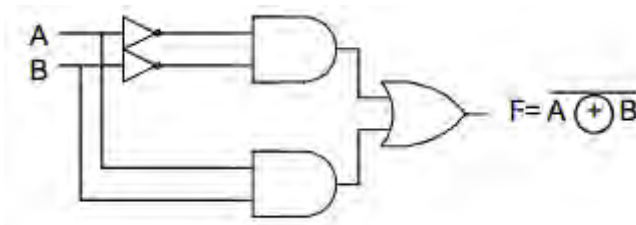
Tabel Kebenaran Gerbang Ex-OR

* **Gerbang Ex-NOR (Eksklusif –NOR)**

  Ex-NOR dibentuk dari kombinasi gerbang OR dan gerbang NOT yang merupakan inversinya atau lawan Ex-OR, sehingaa dapat juga dibentuk dari gerbang Ex-OR dengan gerbang NOT. Dalam hal ini ada empat kondisi yang dapat dianalisis dan disajikan pada tabel kebenaran. Sedangkan untuk simbol gerbang Ex-OR, diperlihatkan pada gambar

A, B

$$F = \overline{A}\,\overline{B} + AB$$

$$F = \overline{A \oplus B}$$

Simbol Gerbang EX-NOR

Rangkaian Ekivalen Ex-OR.

Input		Output
A	B	F
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Tabel Kebenaran Gerbang Ex-NOR

* **Ungkapan Boole**

Keluaran dari satu atau kombinasi beberapa buahgerbang dapat dinyatakan dalam suatu ungkapan logikayang disebut ungkapan Boole.Teknik ini memanfaatkanaljabar Boole dengan notasi-notasi khusus dan aturan-aturan yang berlaku untuk elemen-elemen logikatermasuk gerbang logika.

Aljabar Boole mempunyai notasi sebagai berikut :

* Fungsi AND dinyatakan dengan sebuah titik (dot,.).sehingga, sebuah gerbang AND yang mempunyai dua masukan A dan B keluarannya bisa dinyatakan sebagai F = A.B atau F = B.A. Dengan A dan B adalah masukan dari gerbang AND. Untuk gerbang AND tiga-masukan (A,B dan C), maka keluarannya bisa dituliskan sebagai :

  F = A.B.C

  Tanda titik sering tidak ditulis, sehingga persamaan di atas bisa ditulis sebagai F =AB (Atau BA) dan G = ABC.
* Fungsi OR dinyatakan dengan sebuah simbol plus (+). Sehingga gerbang OR dua-masukan dengan masukan A dan B, keluarannya dapat dituliskan sebagai : F = A + B atau F = B + A
* Fungsi NOT dinyatakan dengan garis atas (overline) pada masukannya. Sehingga, gerbang NOT dengan masukan A mempunyai keluaran yang dapat dituliskan sebagai : F = (dibaca sebagai not A atau bukan A)
* Fungsi XOR dinyatakan dengan simbol $\oplus$. Untuk gerbang XOR dua masukan A dan B ditulis : F = A $\oplus$ B
* Notasi NOT digunakan untuk menyajikan sembarang fungsi pembalik (ingkaran). Sebagai contoh jika keluaran dari gerbang NAND dapat ditulis : F = A.B dan F = AB. Ungkapan Boole untuk fungsi NOR adalah : F = A + B

Fungsi	Notasi Boole
AND	A . B
OR	A + B
NOT	A
EX-OR	A [illegible] B
NAND	A.B
NOR	A [illegible] B

Rangkuman :

Sistem Bilangan BCD(Binary Code Decimal)adalah sistem bilangan modifikasi dari sistem bilangan decimal dan biner. Tiap 1 angka decimal diwakili oleh 4 digit biner.Cara penulisannya seperti bilangan decimal.

Sistem Bilangan Greycode adalah sistem bilangan yang diciptakan untuk meminimalkan terjadinya crash saat penggantian dari 1 bilangan ke bilangan di atasnya. Sistem Greycode tidak memiliki bobot layaknya sistem bilangan yang lain karena tiap peningkatan nilai dalam sistem Greycode hanya merubah 1 digit angka.

Sistem Bilangan Excess 3 adalah sistem bilangan yang ditulis dengan biner namun nilainya selalu lebih 3 dari nilai biner semula.

Code ASCII merupakan sandi yang paling penting. ASCII menyajikan 7 bitbilangan biner, yang memungkinkan kombinasi 128 karakter yang berbeda. Dari 128 karakter yang berbeda ini 96 karakter diantaranya berupa printable character, dan 32 karakter pertama dan terakhir adalah control character.

Output dari gerbang OR akan selalu 1 apabila salah satuinputnya 1

Output dari gerbang ANDakan selalu 1 apabila keduamasukan 1

Output gerbang NOT selalu berkebalikan dengan input

Output gerbang NORakan 1 apabila kedua inputnya 0

Output gerbang NANDakan satu apabila salah satuinputnya 0

Output gerbang Ex-ORakan satu apabila inputnya beda

Output gerbang Ex-NORakan satu apabila inputnyasama

Keluaran dari satu atau kombinasi beberapa buahgerbang dapat dinyatakan dalam suatu ungkapan logikayang disebut ungkapan boole

d. Tugas 1

Dari pembacaan pada table ACSII, buatlah daftar table yang terdiri atas:

Kolom 1: Bilangan decimal 0 sampai dengan 64

Kolom 2: Character ASCII

Kolom 3: Bilangan Decimal

Kolom 4: Bilangan binernya

e. Tes Formatif 1

1) Sebutkan 3 macam gerbang digital dasar!
2) Gambarkan simbol gerbang OR dan tabel kebenarannya!
3) Gambarkan simbol gerbang AND dan table kebenarannya!
4) Gambarkan simbol gerbang NOT dan table kebenarannya!
5) Gambarkan simbol gerbang NAND, NOR, Ex-OR dan Ex-NOR!

f. Kunci Jawaban 1

1) 3 macam gerbang logika dasar, yaitu OR, AND, NOT
2) Simbol gerbang OR dan Tabel kebenarannya

A
B
Y

Tabel kebenaran

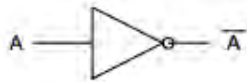
Input		Output
A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

3) Simbol gerbang AND dan tabel kebenaran

A
B
Y

Tabel kebenaran

Input		Output
A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

4) Simbol gerbang NOT dan tabel kebenaran

Masukan	Keluaran
1	0
0	1

5) Simbol gerbang NAND, NOR, Ex-OR dan Ex-NOR

NAND, NOR, Ex-OR: $F = \overline{A}B + A\overline{B}$, Ex-NOR: $F = \overline{A}\overline{B} + AB$

g. Lembar Kerja

Judul: GERBANG LOGIKA DASAR

Alat dan bahan

1. Power supply 5 volt DC 1buah
2. Trainer Digital 1buah
3. IC TTL tipe7400 (NAND gate) 1buah
4. IC TTL tipe7402 (NOR gate) 1buah
5. IC TTL tipe7404 (NOT gate) 1buah
6. IC TTL tipe7408 (AND gate) 1buah
7. IC TTL tipe7432 (OR gate) 1buah
8. IC TTL tipe7486 (Ex-OR gate) 1buah
9. Jumper secukupnya

Langkah kerja

1. Siapkan power supply 5 volt DC
2. Hubungkan terminal Vcc dari semua modul pada tegangan 5 voltDC
3. Hubungkan terminal ground dari semua modul

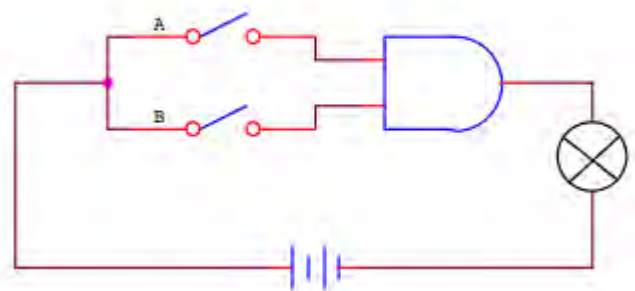
4. Buatlah rangkaian gerbang seperti gambar 1

5. Berikan kondisi logik sesuai pada tabel 1

6. Catat hasilnya pada kolom output

Tabel 1

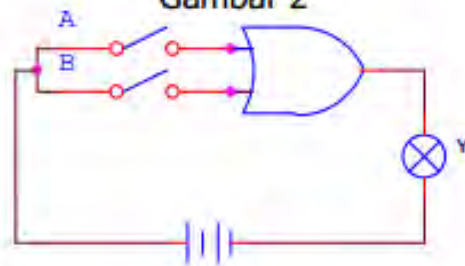
INPUT		OUTPUT
A	B	Y
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Gambar 1

7. Ulangi langkah kerja 4 dan 5 untuk rangkaian gerbang logika yanglain.

i. OR gate

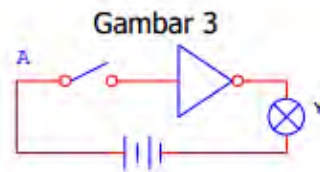
Tabel 2

INPUT		OUTPUT
A	B	Y
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Gambar 2

ii. NOT gate

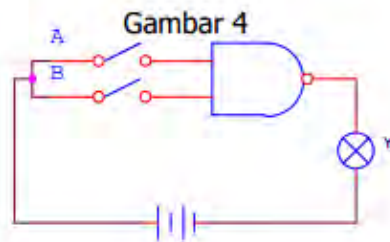
Tabel 3.

INPUT	OUTPUT
A	Y
0	
1	

Gambar 3

iii. NAND gate

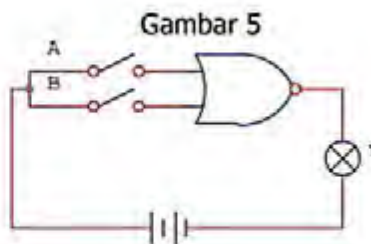
Tabel 4

INPUT		OUTPUT
A	B	Y
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Gambar 4

iv. NOR gate

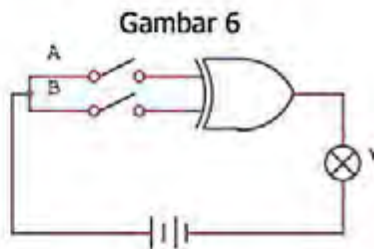
Tabel 5

INPUT		OUTPUT
A	B	Y
0	0 1	
0	0	
1	1	
1		

Gambar 5

v. Ex-OR gate

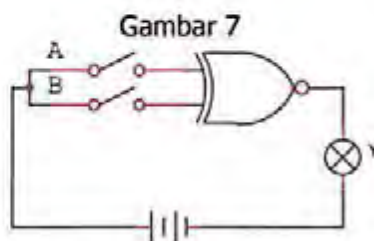
Tabel 6

INPUT		OUTPUT
A	B	Y
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Gambar 6

vi. Ex-NOR gate

Tabel 7

INPUT		OUTPUT
A	B	Y
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Gambar 7

8. Buatlah kesimpulan dan laporan dari hasil praktek yang telah dilakukan!

2. Pembelajaran Kedua

A. Tujuan Pembelajaran :

Setelah mempelajari kegiatan belajar kedua , diharapkan peserta didik dapat:

1. Memahami penyederhanaan rangkaian logika
2. Mampu melakukan penerapan pembuatan rangakaian digital.

B. Uraian Materi :

- **Penyederhanaan fungsi logika dengan Karnaugh Map.**

Metoda Karnaugh Map adalah suatu teknik penyederhanaan fungsi logika denngan cara pemetaan K-Map terdiri dari kotak-kotak(bujur sangkar) yang jumlahnya tergantung dari jumlah variable dari fungsi logika atau jumlah input dari rangkaian logika.

Rumus menentukan jumlah kotak dalam K - Map

N = 2 dimana N = jumlah kotak dalam K-Map

N = banyaknya variabel/input

Langkah-langkah pemetaan Karnaugh Map secara umum.

1. Menyusun aljabar Boolean minterm (dari suatu taaabelkebenaran)
2. Menggambarkan satuan dalam peta Karnaugh Map.
3. Membuat kelompok dua-an, empat-an, delapan-an satuan dan seterusnya dimana satuan tersebut berdekatan satu sama lain.
4. Menghilangkan variabel-variabel dengan rumus bila suatuvariabel dan inversinya terdapat didalam suatu kelompoklingkaran maka variabel tersebut dihilangkan.
5. Meng-OR-kan variabel yang tersisa.

- **Macam Karnaugh Map**

Karnaugh Map dengan 2 variabel

Contoh:

Input		Output
A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	1
1	1	1

Langkah Pertama

$Y = \overline{A}.\overline{B} + A.\overline{B} + A.B$

Langkah ke Dua

A \ B	$\overline{B}$	B
$\overline{A}$	1	
A	1	1

Langkah ke Tiga

A \ B	$\overline{B}$	B
$\overline{A}$	1	
A	1	1

Langkah ke Empat

Y = A. B + A.B + A.B

Y = B (A +A) + AB

Y = B + A.B

Karnaugh Map dengan 3 variabel

Contoh :

INPUT			OUTPUT
A	B	C	Y
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

Penyederhanaan dengan K-Map

Langkah pertama:

$$Y=\overline{A}.\overline{B}.C+\overline{A}.B.\overline{C}+\overline{A}.B.C+A.\overline{B}.C+A.B.C$$

Langkah kedua:

AB \ C	$\overline{C}$	C
$\overline{A}\,\overline{B}$		1
$\overline{A}\,B$	1	1
A B		1
$A\,\overline{B}$		1

Langkah ketiga:

Penyederhanaan dengan Aljabar Boolean

$Y = \overline{A}.\overline{B}.C + \overline{A}.B.\overline{C} + \overline{A}.B.C + A.\overline{B}.C + A.B.C$

$Y = \overline{B}.C\ (\overline{A}+A) + \overline{A}.B\ (\overline{C}+C) + A.B.C$

$Y = \overline{B}.C + \overline{A}.B + A.B.C$

$Y = \overline{B}.C + B(\overline{A}+AC)$

$Y = \overline{B}.C + B(\overline{A}+C)$

$Y = \overline{B}.C + \overline{A}.B + B.C$

$Y = \overline{A}.B + C(\overline{B}+B)$

$Y = \overline{A}.B + C$

Karnaugh Map dengan 4 variabel

Contoh :

INPUT				OUTPUT
A	B	C	D	Y
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	0	0
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	0	0	1	1
1	0	1	0	0
1	0	1	1	1
1	1	0	0	0
1	1	0	1	1
1	1	1	0	0
1	1	1	1	1

Penyelesaian:

Penyederhanaan dengan Karnaugh Map

Langkah pertama:

$$Y = \overline{A}.\overline{B}.\overline{C}.D + \overline{A}.\overline{B}.C.D + \overline{A}.B.\overline{C}.D + \overline{A}.B.C.\overline{D} + \overline{A}.B.C.D + A.\overline{B}.\overline{C}.D + A.\overline{B}.C.D + A.B.\overline{C}.D + A.B.C.D$$

Langkah kedua:

AB \ CD	$\overline{C}\,\overline{D}$	$\overline{C}D$	CD	$C\overline{D}$
$\overline{A}\,\overline{B}$		1	1	
$\overline{A}B$		1	1	1
AB		1	1	
$A\overline{B}$		1	1	

Langkah ketiga:

Penyederhanaan dengan Aljabar Boolean:

$Y = \overline{A}.\overline{B}.\overline{C}.D + \overline{A}.B.C.\overline{D} + \overline{A}.B.C.\overline{D} + A.\overline{B}.C.\overline{D} + A.B.C.\overline{D} + \overline{A}.B.C.\overline{D} +$
A.B.C.D

$+ A.B.\overline{C}.D + A.B.C.D$

$Y = A.B.D(\overline{C}+C) + \overline{A}.B.\overline{C}.D + \overline{A}.B.C(D+\overline{D}) + A.\overline{B}.D(C+\overline{C}) + A.B.D(C+\overline{C})$

$Y = \overline{A}.\overline{B}.D + \overline{A}.B.\overline{C}.D + \overline{A}.B.C + A.\overline{B}.D + A.B.D$

$Y = \overline{B}.D(\overline{A}+A) + \overline{A}.B(C+\overline{C}D) + A.B.D$

$Y = \overline{B}.D + \overline{A}.B(C+D) + A.B.D$

$Y = \overline{B}.D + \overline{A}.B.C + \overline{A}.B.D + A.B.D$

$Y = \overline{B}.D + \overline{A}.B.C + B.D(\overline{A}+A)$

$Y = \overline{B}.D + \overline{A}.B.C + B.D$

$Y = D(\overline{B}+B) + \overline{A}.B.C$

$Y = D + \overline{A}.B.C$

Variasi pelingkaran yang tidak biasa

a. Tidak dapat disederhanakan

1	
1	
	1

b. Satu variabel dapat dihilangkan

	1
	1

c. Dua variabel dapat dihilangkan

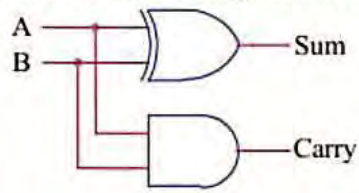
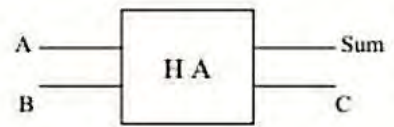
	1	1	
	1	1	

1		1
1		1

- **Aplikasi Gerbang Logika Dasar**

  Contoh: Sebagai rangkaian ARITMATIKA BINER yang dapat melakukan Operasi aritmatik penjumlahan (+) dan pengurangan (-)

  Half Adder

  Adalah suatu rangkaian penjumlah sistem bilangan biner yangpaling sederhana. Rangkaian ini memiliki 2 terminal input dan 2terminal output yang disebut Summary Out (Sum) dan CarryOut (Carry).

Tabel Kebenarannya :

INPUT		OUTPUT	
A	B	SUM	CARRY
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

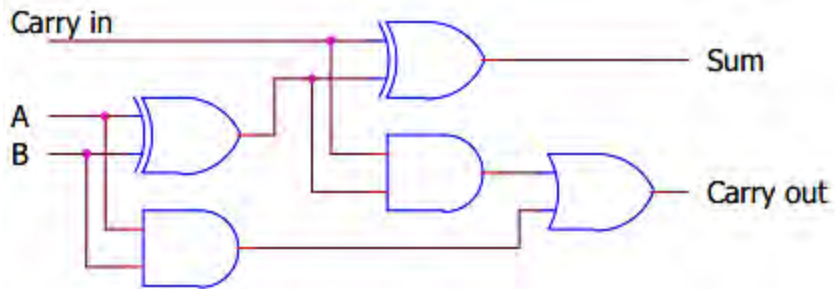
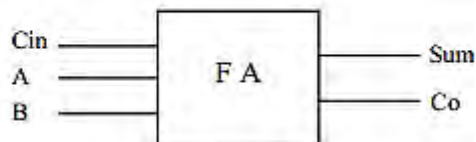
Persamaan logika:

Sum = A.B+A.B

Carry = A.B

Full Adder

Penjumlahan lengkap (penuh) yang memiliki 3 input A, B,Carry Input (Cin) dengan 2 output Sum dan Carry Output(Cout=Co).

Gambar rangkaian logika untuk Full Adder :

Simbol

Tabel Kebenarannya:

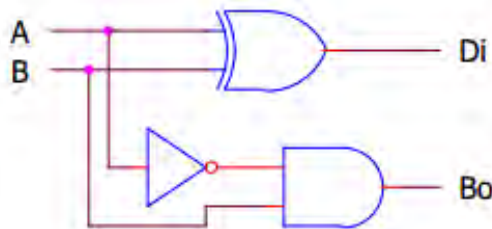
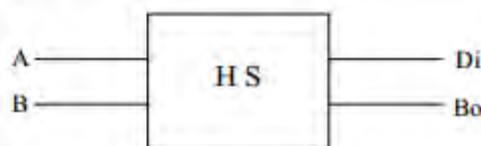
INPUT			OUTPUT	
A	B	Cin	Sum	Co
0	0	0	0	0
A	B	Cin	Sum	Co
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

Persamaan logika :

$$Sum = \overline{A}.\overline{B}.C + \overline{A}.B.\overline{C} + A.\overline{B}.\overline{C} + A.B.C$$

$$Co = \overline{A}.B.C + A.\overline{B}.C + A.B.\overline{C} + A.B.C$$

Half Subtractor

Adalah suatu rangkaian pengurang sistem bilangan biner yangpaling sederhana, ini memiliki 2 input dan 2 output yangdisebut differensi (Di) dan Borrow (Bo).Gambar rangkaian logika untuk Half Subtractor :

Simbol

Tabel Kebenarannya:

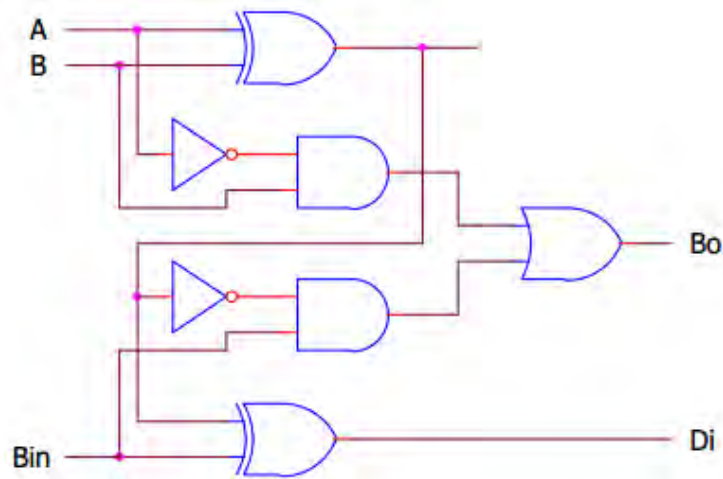
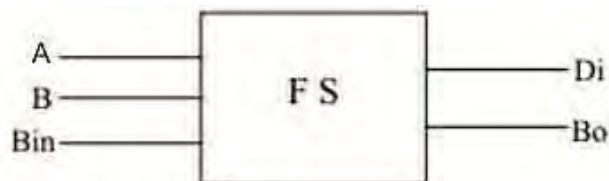
INPUT		OUTPUT	
A	B	Di	Bo
0	0	0	0
0	1	1	1
1	0	1	0
1	1	0	0

Persamaan logika:

$$Di = \overline{A}.B + A.\overline{B}$$
$$= A \oplus B$$
$$Bo = \overline{A}.B$$

Full Subtractor

Adalah rangkaian pengurang biner yang lengkap (penuh).Rangkaian ini memliki 3 terminal input dan 2 terminal output,yaitu Borrow dan Differensi.

Gambar rangkaian logika untuk Full Subtractor:

Simbol :

Tabel kebenarannya :

INPUT			OUTPUT	
A	B	Bin	Di	Bo
0	0	0	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

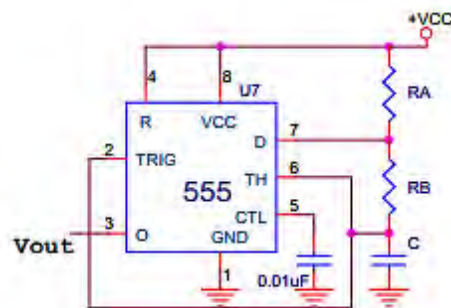
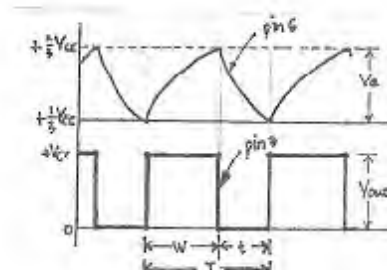
Persamaan logikanya:

$Di = A.\overline{B}.\overline{C} + \overline{A}.\overline{B}.C + \overline{A}.B.\overline{C} + A.B.C$

$Bo = \overline{A}.\overline{B}.C + \overline{A}.B.\overline{C} + \overline{A}.B.C + A.B.C$

- **Rangkaian Clock Sebagai Aplikasi Pembuatan Rangakain Digital**

  Rangakaian clock berfungsi untuk pembentuk/membangkitkanpulsa/gelombang kotak secara terus-menerus dan rangkaian ini tidak mempunyai kondisi stabil/setimbang. Rangkaian clock termasukgolongan Astabil Multivibrator dengan IC 555. Output rangkaian clockdigunakan untuk input rangkaian-rangkaian logika yang sekuensial(berhubungan dengan waktu). Yang termasuk rangkaian logikasekuensial contohnya: Flip-Flop, Shift Register, dan Counter. Adapun fungsi rangkaian clock yaitu, untuk mengatur jalannya data dalampenggeseran ke kanan atau ke kiri, maupun dalamperhitungan/pencacahan bilangan biner. Yang dimaksud rangkaianAstabil Multivribator Adalah multivribator yang tidak stabil teganganoutput-nya (tegangan pengeluarannya berubah-ubah) tanpa adanyasinyal masukan yang diberikan. Rangakaian clock dengan IC 555 besrtapulsa-pulsa pada pin 3 dan pin 6 ditunjukkan pada gambar ini

  Cara kerja rangkaian diatas

Gambar 1

Gambar 2.

  adalah:

  - Pada saat C diisi tegangan ambang naik melebihi + (2/3) Vcc.
  - Kini Kapasitor C dikosongkan melalui Rb oleh karena itu tetapanwaktu pengosongan dapat ditentukan dengan rumus T = Rb x C.
  - Bila egangan C sudah turun sedikit sebesar + (Vcc/3) maka keluaranmenjadi tinggi.

  Pewaktu IC 555 mempunyai tegangan yang naik dan turun secaraexponensial. Keluarannya berbentuk gelombang segi empat. Karenatetapan waktu pengisian lebih lama daripada tetapan waktupengosonngan, maka keluarannya tidak simetri. Keadaan keluaran yangtinggi lebih lama dari keadaan keluaran yang rendah. Untuk dapatmenentukan ketidak simetrian ssuatu pulsa

keluaran yang dihasilkanoleh rangkaian multivibrator jenis astabil ini dipergunakan suatu sikluskerja yang dirumuskan sebagai berikut:

W = 0.693 (RA + Rb).C

t = 0.693 . Rb. C

T = W + t

Dimana : W = lebar pulsa ; T = waktu periode

Besarnya frekuensi ditentukan oleh :

$F = \frac{1}{T}$ (dimana T = detik ; F = Hertz)

Rangkuman :

- **Metoda Karnaugh Map** adalah suatu teknik penyederhanaan fungsi logika denngan cara pemetaan K-Map terdiri dari kotak-kotak (bujur sangkar) yang jumlahnya tergantung dari jumlah variable dari fungsi logika atau jumlah input dari rangkaian logika.
  Rumus menentukan jumlah kotak dalam K - Map
  N = 2 dimana N = jumlah kotak dalam K-Map
  N = banyaknya variabel/input
- Untuk rangkaian yang lebih kompleks, gerbang-gerbang dasar dapat disusun menjadi rangkaian **Adder (penjumlah) , Half Subtactor dan Full Subtactor.**
- **Rangakaian clock** berfungsi untuk pembentuk/membangkitkan pulsa/gelombang kotak secara terus-menerus dan rangkaian ini tidak mempunyai kondisi stabil/setimbang.

d. Tugas 2

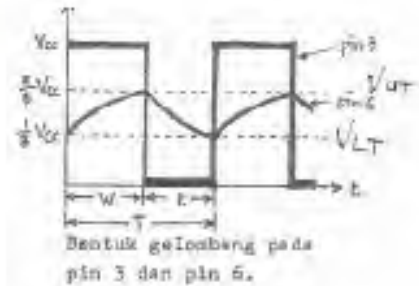
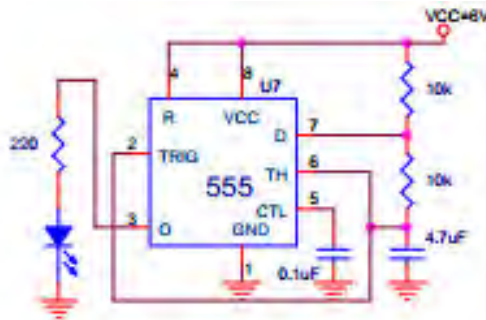
1. Sederhanakan persamaan dibawah ini dengan menggunakan petaKarnaugh Map dan Aljabar Boolean:

   Y =A B C D + A B C D + A B C D + A B C D + A B C D + A B C D+AB C D

2. Rencanakan sebuah Half Adder dengan menggunakan gabungangerbang logika dasar?

e. Tes Formatif 2

1. Gambar dan terangkan prinsip kerja rangkaian clock denganrangkaian IC 555?

f. Kunci Jawaban 2

Prinsip kerja:

Pada waktu pin 2 dan pin 6 berada dibawah VLT = 1/3 Vcc,sehingga kaki3 (keluaran) menjadi tinggi. Kapasitor C mengisi, melalui Ra dan Rb.Sampai Vc mencapai harga VUT, yaitu sebesar 2/3 Vcc, maka keluarankaki 3 menjadi rendah. Kapasitor C mengosongkan muatannya melalui Rb ke kaki 6. Sampai harga Vc menjadi tinggi. Sehingga kejadian sepertidi atas akan terulang kembali. Kejadian akan berulang terus, denganfrekuensi ditentukan sebagai berikut:

$$f = \frac{1}{T}$$

$$f = \frac{1,4}{(Ra + 2Rb).C}$$

g. Lembar Kerja 2

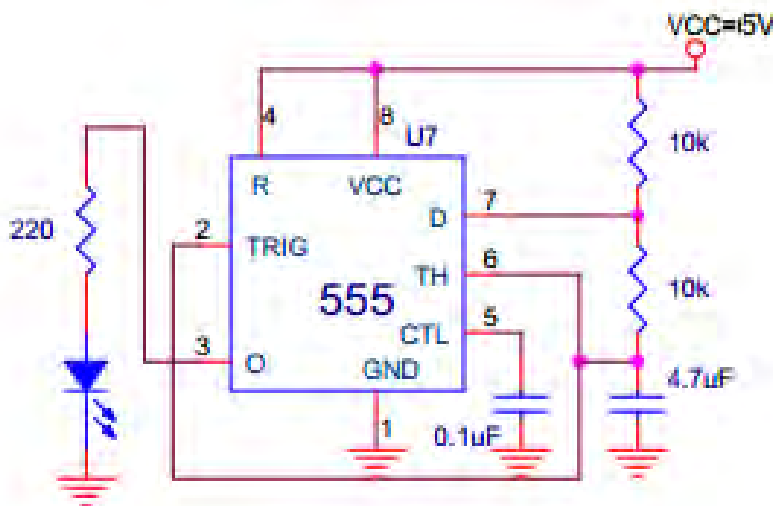
Judul: Rangkaian Clock (Astabil Multivibrator)

Alat dan bahan :

1. IC pewaktu 555
2. CRO
3. Batteray 5 volt (catu daya)
4. Resistor Ra = Rb = 10 KΩ , R = 220Ω

5. Condensator 0,1 , 1 , 4,7 , 10 , 47 , 100 .
6. LED warna merah
7. Project board
8. Kabel penghubung

Langkah kerja

1. Siapkan alat dan bahan yang diperlukan.
2. Susunlah rangkaian seperti gambar berikut

3. Hubungkan catu daya 5 volt DC, kemudian amatilah apa yang terjadipada LED (pin 3 sebagai output).
4. Amatilah dengan CRO untuk bentuk gelombang pada pin 3 dan pin 6
5. Gambarlah bentuk gelombang tersebut dan catat harga W dan Tdalam satuan detik, serta harga amplitudo dalam satuan Vpp.
6. Ulangilah percobaan ini dengan menggantikan kondensator C yanglain, kemudian melaksanakan langkah 4 dan 5.
7. Kembalikanlah peralatan dan bahan ke tempat semula.
8. Buatkan laporan lengkap dengan kesimpulannya, berdasaarkan hasilpraktek.

3. Pembelajaran Ketiga

A. Tujuan Pembelajaran :

Setelah mempelajari kegiatan belajar ketiga, diharapkan peserta didik dapat:

1. Memahami klasifikasi penguat
2. Mengetahui jenis – jenis penguat

B. Urain Materi :

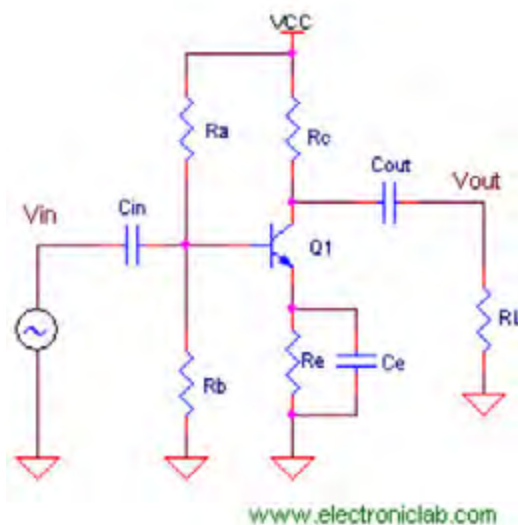
- **KLASIFIKASI PENGUAT**

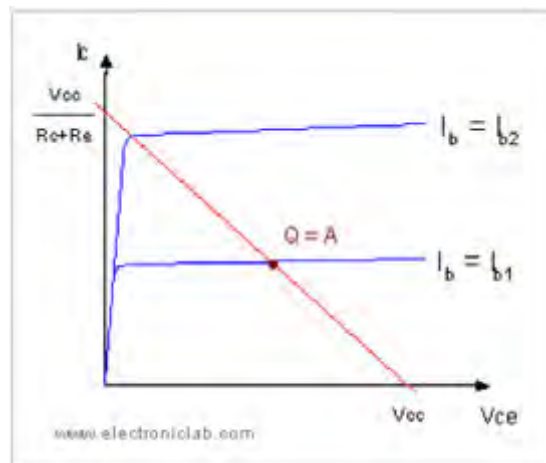
  Ada beberapa jenis penguat yang dikategorikan antara lain sebagai penguat class A, B, AB, C, D, T, G, H dan beberapa tipe lainnya yang belum disebut di sini. Dalam bahasan ini akan dibahas secara singkat apa yang menjadi ciri dan konsep dari sistem power amplifier (PA) tersebut.

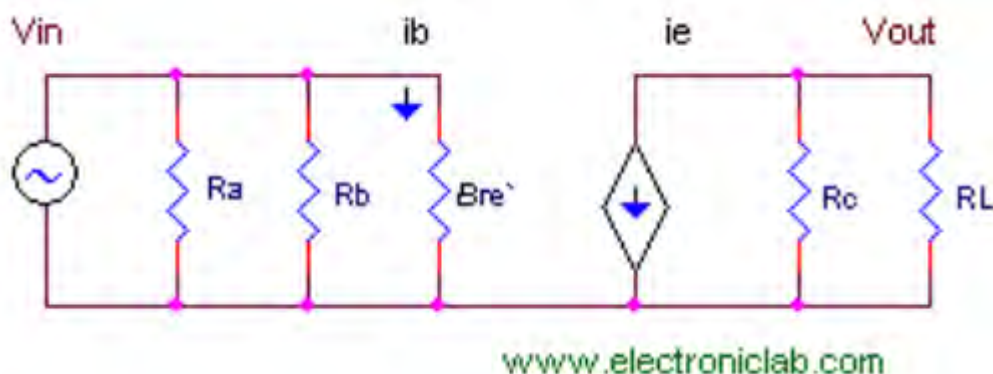
  - **Fidelitas dan Efisiensi**

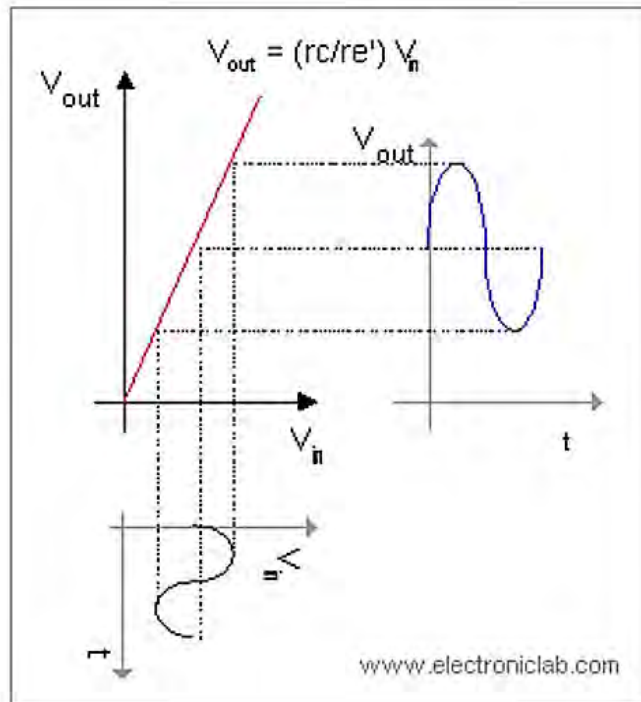
    Penguat audio (amplifier) secara harfiah diartikan dengan memperbesar dan menguatkan sinyal input. Tetapi yang sebenarnya terjadi adalah, sinyal input di-replika (copied) dan kemudian di reka kembali (re-produced) menjadi sinyal yang lebih besar dan lebih kuat. Dari sinilah muncul istilah fidelitas (fidelity) yang berarti seberapa mirip bentuk sinyal keluaran hasil replika terhadap sinyal masukan. Ada kalanya sinyal input dalam prosesnya kemudian terdistorsi karena berbagai sebab, sehingga bentuk sinyal keluarannya menjadi cacat. Sistem penguat dikatakan memiliki fidelitas yang tinggi (high fidelity), jika sistem tersebut mampu menghasilkan sinyal keluaran yang bentuknya persis sama dengan sinyal input. Hanya level tegangan atau amplituda saja yang telah diperbesar dan dikuatkan. Di sisi lain, efisiensi juga mesti diperhatikan. Efisiensi yang dimaksud adalah efisiensi dari penguat itu yang dinyatakan dengan besaran persentasi dari power output dibandingkan dengan power input. Sistem penguat dikatakan memiliki tingkat efisiensi tinggi (100%) jika tidak ada rugi-rugi pada proses penguatannya yang terbuang menjadi panas.

- **Op-Amp kelas A**

  Contoh dari penguat class A adalah adalah rangkaian dasar common emiter (CE) transistor. Penguat tipe kelas A dibuat dengan mengatur arus bias yang sesuai di titik tertentu yang ada pada garis bebannya. Sedemikian rupa sehingga titik Q ini berada tepat di tengah garis beban kurva V_{CE}-I_{C}dari rangkaian penguat tersebut dan sebut saja titik ini titik A. Gambar berikut adalah contoh rangkaian common emitor dengan transistor NPN Q1.

Rangkaian dasar kelas A

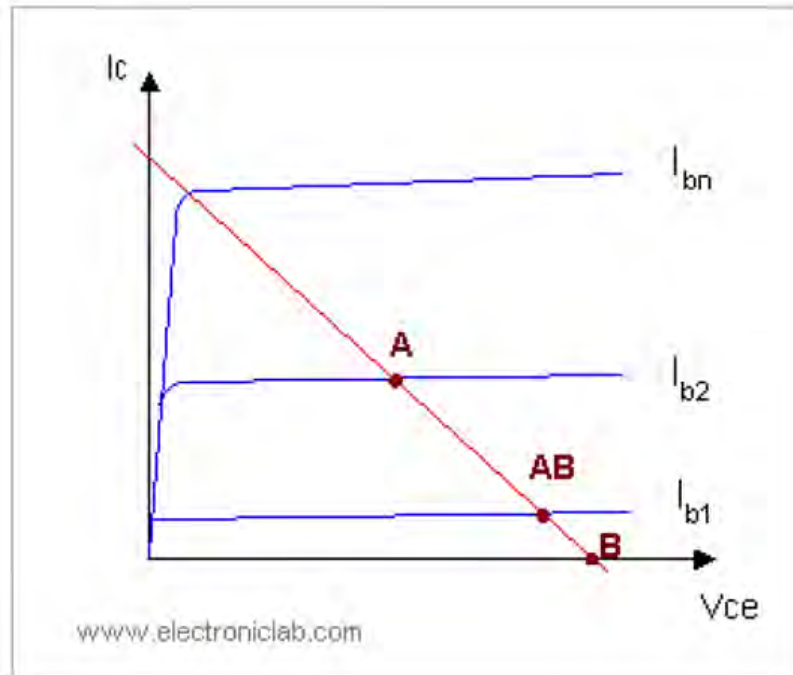
Garis beban pada penguat ini ditentukan oleh resistor R_c dan R_e dari rumus $V_{CC} = V_{CE} + I_cR_c + I_eR_e$. Jika $I_e = I_c$ maka dapat disederhanakan menjadi $V_{CC} = V_{CE} + I_c (R_c+R_e)$. Pada tahap selanjutnya dapat menggambar garis beban rangkaian ini dari rumus tersebut.Sedangkan resistor R_a dan R_b dipasang untuk menentukan arus bias.Pembaca dapat menentukan sendiri besar resistor-resistor pada rangkaian tersebut dengan pertama menetapkan berapa besar arus $I_b$yang memotong titik Q.

Garis beban dan titik Q kelas A

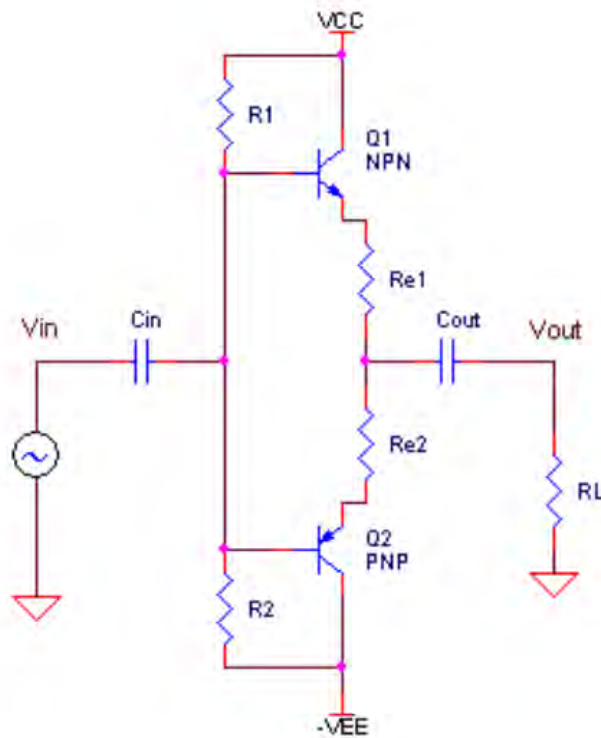
Besar arus Ib biasanya tercantum pada datasheet transistor yang digunakan. Besar penguatan sinyal AC dapat dihitung dengan teori analisa rangkaian sinyal AC. Analisa rangkaian AC adalah dengan menghubung singkat setiap komponen kapasitor C dan secara imajiner menyambungkan V_{CC}ke ground. Dengan cara ini rangkaian gambar diatas dapat dirangkai menjadi seperti gambar dibawah ini Resistor R_a dan R_c dihubungkan ke ground dan semua kapasitor dihubung singkat

Rangkaian imajimer analisa ac kelas A

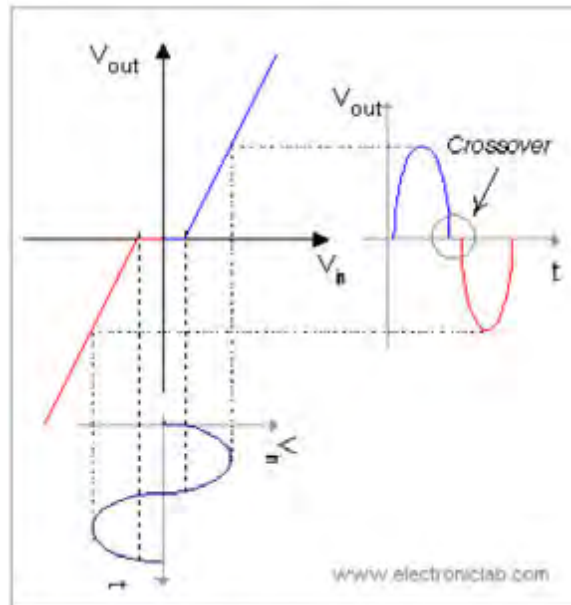
Dengan adanya kapasitor Ce, nilai Re pada analisa sinyal AC maka dapat mencari lebih lanjut literatur yang membahas penguatan transistor untuk mengetahui bagaimana perhitungan nilai penguatan transistor secara detail. Penguatan didefenisikan dengan $V_{out}/V_{in} = r_c / r_e`$, dimana $r_c$adalah resistansi $R_c$ paralel dengan beban $R_L$(pada penguat akhir, $R_L$adalah speaker 8 Ohm) dan re` adalah resistansi penguatan transitor. Nilai re` dapat dihitung dari rumus $r_e` = h_{fe}/h_{ie}$ yang datanya juga ada di datasheet transistor. Gambar berikut menunjukkan ilustrasi penguatan sinyal input serta proyeksinya menjadi sinyal output terhadap garis kurva x-y rumus penguatan $v_{out} = (r_c/r_e)\ V_{in}$

Kurva penguatan kelas A

Ciri khas dari penguat kelas A, seluruh sinyal keluarannya bekerja pada daerah aktif. Penguat tipe class A disebut sebagai penguat yang memiliki tingkat fidelitas yang tinggi. Asalkan sinyal masih bekerja di daerah aktif, bentuk sinyal keluarannya akan sama persis dengan sinyal input. Namun penguat kelas A ini memiliki efisiensi yang rendah kira-kira hanya 25% - 50%. Ini tidak lain karena titik Q yang ada pada titik A, sehingga walaupun tidak ada sinyal input (atau ketika sinyal input = 0 Vac) transistor tetap bekerja pada daerah aktif dengan arus bias konstan. Transistor selalu aktif (ON) sehingga sebagian besar dari sumber catu daya terbuang menjadi panas. Karena ini juga transistor penguat kelas A perlu ditambah dengan pendingin ekstra seperti heatsink yang lebih besar.

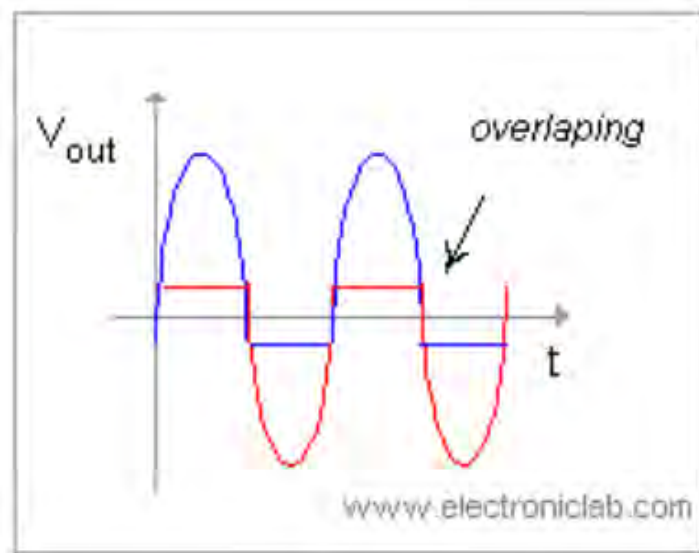
- **Op-Amp kelas B**

Panas yang berlebih menjadi masalah tersendiri pada penguat kelas A. Maka dibuatlah penguat kelas B dengan titik Q yang digeser ke titik B (pada gambar dibawah ini). Titik B adalah satu titik pada garis beban dimana titik ini berpotongan dengan garis arus $_{Ib}$= 0. Karena letak titik yang demikian, maka transistor hanya bekerja aktif pada satu bagian phase gelombang saja.Oleh sebab itu penguat kelas B selalu dibuat dengan 2 buah transistor Q1 (NPN) dan Q2 (PNP).

Titik Q penguat A, AB dan B

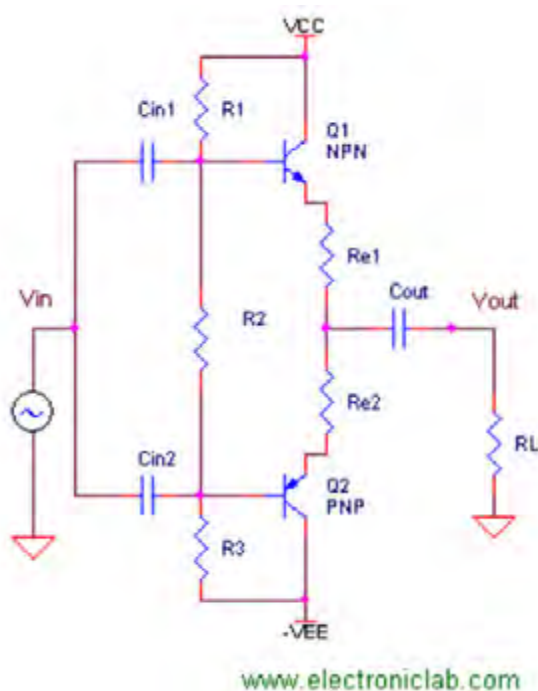
Karena kedua transistor ini bekerja bergantian, maka penguat kelas B sering dinamakan sebagai penguat Push-Pull. Rangkaian dasar PA kelas B adalah seperti pada gambar berikut ini Jika sinyalnya berupa gelombang sinus, maka transistor Q1 aktif pada 50 % siklus pertama (phase positif 0^o-180^o) dan selanjutnya giliran transistor Q2 aktif pada siklus 50 % berikutnya (phase negatif 180^o– 360^o). Penguat kelas B lebih efisien dibanding dengan kelas A, sebab jika tidak ada sinyal input (vi_n = 0 volt) maka arus bias I_b juga = 0 dan praktis membuat kedua trasistor dalam keadaan OFF.

Rangkaian dasar penguat kelas B

Efisiensi penguat kelas B kira-kira sebesar 75%. Namun bukan berarti masalah sudah selesai, sebab transistor memiliki ke-tidak ideal-an. Pada kenyataanya ada tegangan jepit Vbe kira-kira sebesar 0.7 volt yang menyebabkan transistor masih dalam keadaan OFF walaupun arus Ib telah lebih besar beberapa mA dari 0. Ini yang menyebabkan masalah cross -over pada saat transisi dari transistor Q1 menjadi transistor Q2 yang bergantian menjadi aktif. Gambar berikut ini menunjukkan masalah cross-over ini yang penyebabnya adalah adanya dead zone transistor Q1 dan Q2 pada saat transisi. Pada penguat akhir, salah satu cara mengatasi masalah cross-over adalah dengan menambah filter cross-over (filter pasif L dan C) pada masukan speaker.

Kurva penguatan kelas B

- **Op- Amp Kelas AB**

  Cara lain untuk mengatasi cross-over adalah dengan menggeser sedikit titik Q pada garis beban dari titik B ke titik AB (gambar-5). Ini tujuannya tidak lain adalah agar pada saat transisi sinyal dari phase positif ke phase negatif dan sebaliknya, terjadi overlap diantara transistor Q1 dan Q2. Pada saat itu, transistor Q1 masih aktif sementara transistor Q2 mulai aktif dan demikian juga pada phase sebaliknya. Penguat kelas AB merupakan kompromi antara efesiensi (sekitar 50% -75%) dengan mempertahankan fidelitas sinyal keluaran.

Overlaping sinyal keluaran penguat kelas AB

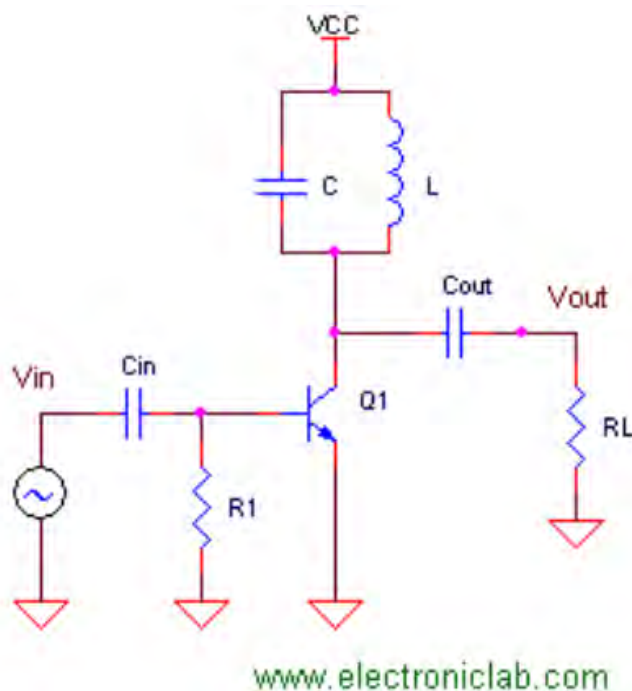
Ada beberapa teknik yang sering dipakai untuk menggeser titik Q sedikit di atas daerah cut-off.Salah satu contohnya adalah seperti gambar berikut ini.Resistor

R_2di sini berfungsi untuk memberi tegangan jepit antara base transistor Q1 dan Q2. Pembaca dapat menentukan berapa nilai R_2 ini untuk memberikan arus bias tertentu bagi kedua transistor. Tegangan jepit pada R_2 dihitung dari pembagi tegangan R_1, R_2 dan R_3 dengan rumus $V_{R2} = (2_{VCC}) R_2/(R_1+R_2+R_3)$. Lalu tentukan arus base dan lihat relasinya dengan arus Ic dan Ie sehingga dapat dihitung relasiny dengan tegangan jepit R_2 dari rumus $VR_2 = 2x0.7 + Ie(R_{e1} + R_{e2})$. Penguat kelas AB ternyata punya masalah dengan teknik ini, sebab akan terjadi peng-gemukan sinyal pada kedua transistornya aktif ketika saat transisi. Masalah ini disebut dengan gumming.

Rangkaian dasar penguat kelas AB

Untuk menghindari masalah gumming ini, ternyata sang insinyur (yang mungkin saja bukan seorang insinyur) tidak kehilangan akal. Maka dibuatlah teknik yang hanya mengaktifkan salah satu transistor saja pada saat transisi. Caranya adalah dengan membuat salah satu transis tornya bekerja pada kelas AB dan satu lainnya bekerja pada kelas B. Teknik ini bisa dengan memberi bias konstan pada salah satu transistornya yang bekerja pada kelas AB (biasanya selalu yang PNP). Caranya dengan menganjal base transistor tersebut menggunakan deretan dioda atau susunan satu transistor aktif. Maka kadang penguat seperti ini disebut juga dengan penguat kelas AB plus B atau bisa saja diklaim sebagai kelas AB saja atau kelas B karena dasarnya adalah PA kelas B. Penyebutan ini tergantung dari bagaimana produk amplifier anda mau diiklankan. Karena penguat kelas AB terlanjur memiliki konotasi lebih baik dari kelas A dan B. Namun yang penting adalah dengan teknik-

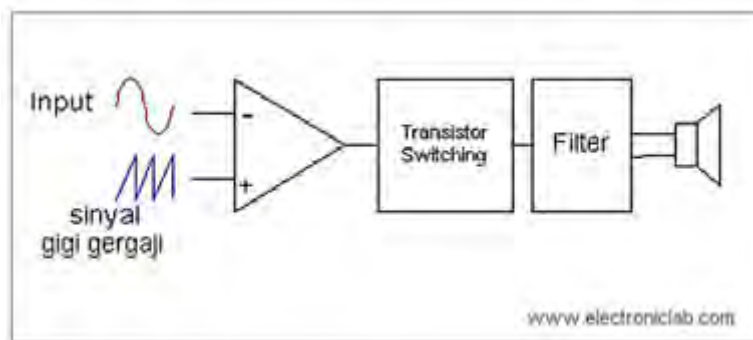
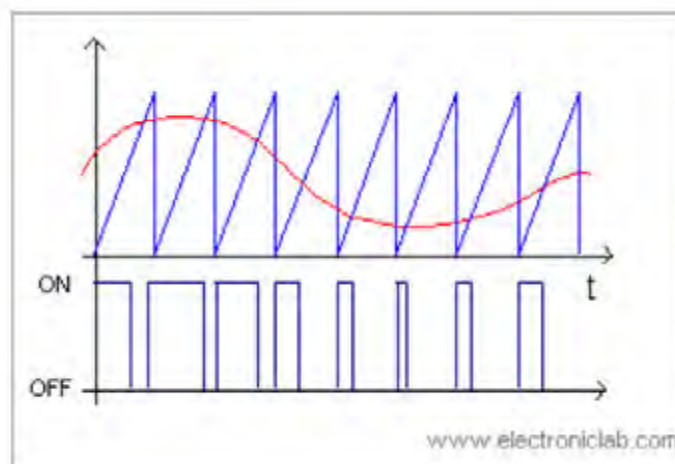
teknik ini tujuan untuk mendapatkan efisiensi dan fidelitas yang lebih baik dapat terpenuhi.

- **Op-Amp kelas C**

Kalau penguat kelas B perlu 2 transistor untuk bekerja dengan baik, maka ada penguat yang disebut kelas C yang hanya perlu 1 transistor.Ada beberapa aplikasi yang memang hanya memerlukan 1 phase positif saja.Contohnya adalah pendeteksi dan penguat frekuensi pilot, rangkaian penguat tuner RF dan sebagainya. Transistor penguat kelas C bekerja aktif hanya pada phase positif saja, bahkan jika perlu cukup sempit hanya pada puncak-puncaknya saja dikuatkan. Sisa sinyalnya bisa direplika oleh rangkaian resonansi L dan C. Tipikal dari rangkaian penguat kelas C adalah seperti pada rangkaian berikut ini.

Rangkaian Dasar Penguat Kelas C

Rangkaian ini juga tidak perlu dibuatkan bias, karena transistor memang sengaja dibuat bekerja pada daerah saturasi. Rangkaian L C pada rangkaian tersebut akan ber-resonansi dan ikut berperan penting dalam me-replika kembali sinyal input menjadi sinyal output dengan frekuensi yang sama. Rangkaian ini jika diberi umpanbalik dapat menjadi rangkaian osilator RF yang sering digunakan pada pemancar.Penguat kelas C memiliki efisiensi yang tinggi bahkan sampai 100%, namun tingkat fidelitasnya memang lebih rendah.Tetapi sebenarnya fidelitas yang tinggi bukan menjadi tujuan dari penguat jenis ini.

- **Op-Amp kelas D**

  Penguat kelas D menggunakan teknik PWM (pulse width modulation), dimana lebar dari pulsa ini proporsioal terhadap amplituda sinyal input. Pada tingkat akhir, sinyal PWM men-drive transistor switching ON dan OFF sesuai dengan lebar pulsanya. Transistor switching yang digunakan biasanya adalah transistor jenis FET. Konsep penguat kelas D ditunjukkan pada gambar-11. Teknik sampling pada sistem penguat kelas D memerlukan sebuah generator gelombang segitiga dan komparator untuk menghasilkan sinyal PWM yang proporsional terhadap amplituda sinyal input. Pola sinyal PWM hasil dari teknik sampling ini seperti digambarkan pada gambar berikut ini.Paling akhir diperlukan filter untuk meningkatkan fidelitas.

Konsep Penguat Kelas D

Ilustrasi Modulasi PWM Penguat Kelas D

Beberapa produsen pembuat PA meng-klaim penguat kelas D produksinya sebagai penguat digital.Secara kebetulan notasi D dapat diartikan menjadi Digital. Sebenarnya bukanlah persis demikian, sebab proses digital mestinya mengandung

proses manipulasi sederetan bit-bit yang pada akhirnya ada proses konversi digital ke analog (DAC) atau ke PWM. Kalaupun mau disebut digital, penguat kelas D adalah penguat digital 1 bit (on atau off saja).

- **Op-Amp kelas E**

Penguat kelas E pertama kali dipublikasikan oleh pasangan ayah dan anak Nathan D dan Alan D Sokal tahun 1972. Dengan struktur yang mirip seperti penguat kelas C, penguat kelas E memerlukan rangkaian resonansi L/C dengan transistor yang hanya bekerja kurang dari setengah duty cycle.Bedanya, transistor kelas C bekerja di daerah aktif (linier).Sedangkan pada penguat kelas E, transistor bekerja sebagai switching transistor seperti pada penguat kelas D.

Biasanya transistor yang digunakan adalah transistor jenis FET. Karena menggunakan transistor jenis FET (MOSFET/CMOS), penguat ini menjadi efisien dan cocok untuk aplikasi yang memerlukan drive arus yang besar namun dengan arus input yang sangat kecil. Bahkan dengan level arus dan tegangan logik pun sudah bisa membuat transitor switching tersebut bekerja. Karena dikenal efisien dan dapat dibuat dalam satu chip IC serta dengan disipasi panas yang relatif kecil, penguat kelas E banyak diaplikasikan pada peralatan transmisi mobile semisal telepon genggam. Di sini antena adalah bagian dari rangkaian resonansinya.

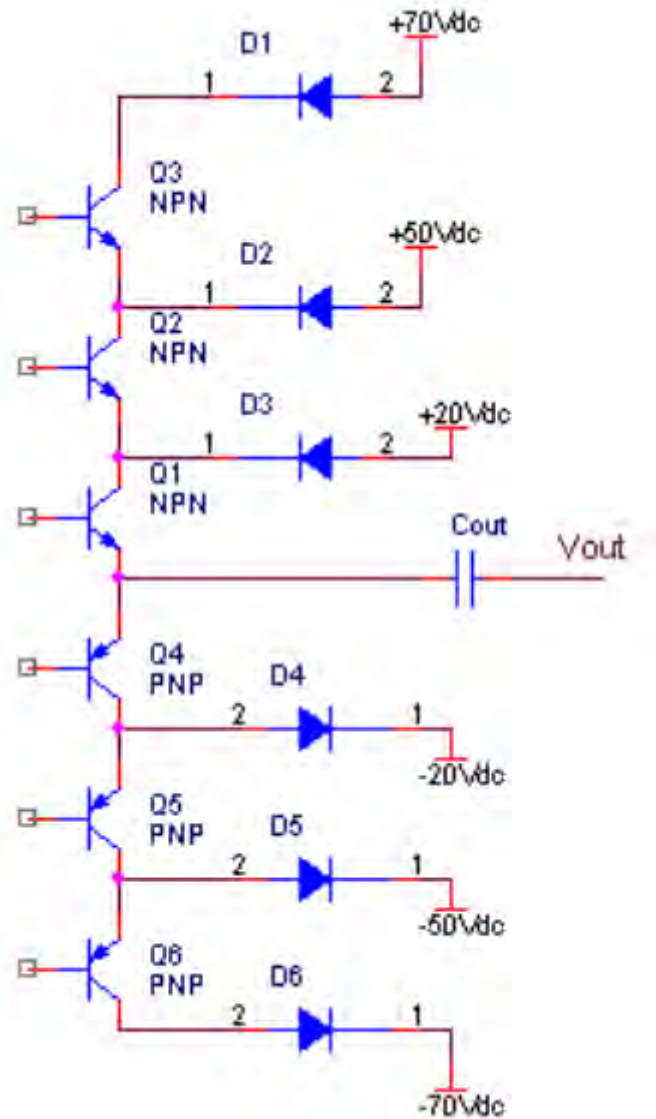
- **Op- Amp kelas T**

Penguat kelas T bisa jadi disebut sebagai penguat digital. Tripath Technology membuat desain digital amplifier dengan metode yang mereka namakan Digital Power Processing (DPP). Mungkin terinspirasi dari PA kelas D, rangkaian akhirnya menggunakan konsep modulasi PWM dengan switching transistor serta filter. Pada penguat kelas D, proses dibelakangnnya adalah proses analog. Sedangkan pada penguat kelas T, proses sebelumnya adalah manipulasi bit-bit digital. Di dalamnya ada audio prosesor dengan proses umpanbalik yang juga digital untuk koreksi timing delay dan phase.

- **Op-Amp kelas G**

Kelas G tergolong penguat analog yang tujuannya untuk memperbaiki efesiensi dari penguat kelas B/AB. Pada kelas B/AB, tegangan supply hanya ada satu pasang yang sering dinotasikan sebagai +VCCdan –VEE
misalnya +12V dan –12V (atau ditulis dengan +/-12volt). Pada penguat kelas G, tegangan supply-nya dibuat bertingkat.Terutama untuk aplikasi yang membutuhkan

power dengan tegangan yang tinggi, agar efisien tegangan supplynya ada 2 atau 3 pasang yang berbeda.Misalnya ada tegangan supply +/-70 volt, +/-50 volt dan +/-20 volt.

Konsep ranagkaian PA kelas G seperti pada gambar-13.Sebagai contoh, untuk alunan suara yang lembut dan rendah, yang aktif adalah pasangan tegangan supply +/-20 volt. Kemudian jika diperlukan untuk men-drive suara yang keras, tegangan supply dapat di-switch ke pasangan tegangan supply maksimum +/-70 volt.

Konsep Penguat Kelas G dengan Tegangan Supply Bertingkat

Rangkuman :
Ada beberapa jenis penguat yang dikategorikan antara lain sebagai penguat class A, B, AB, C, D, T, G, H
Penguat audio (amplifier) secara harfiah diartikan dengan memperbesar dan menguatkan sinyal input. Tetapi yang sebenarnya terjadi adalah, sinyal input di-replika (copied) dan kemudian di reka kembali (re-produced) menjadi sinyal yang lebih besar dan lebih kuat. Dari sinilah muncul istilah fidelitas (fidelity) yang berarti seberapa mirip bentuk sinyal keluaran hasil replika terhadap sinyal masukan

d. Tugas 3

1. Carilah jenis – jenis penguat selain dari kelasA, B, AB, C, D, T, G, H dan jelaskan fungsinya

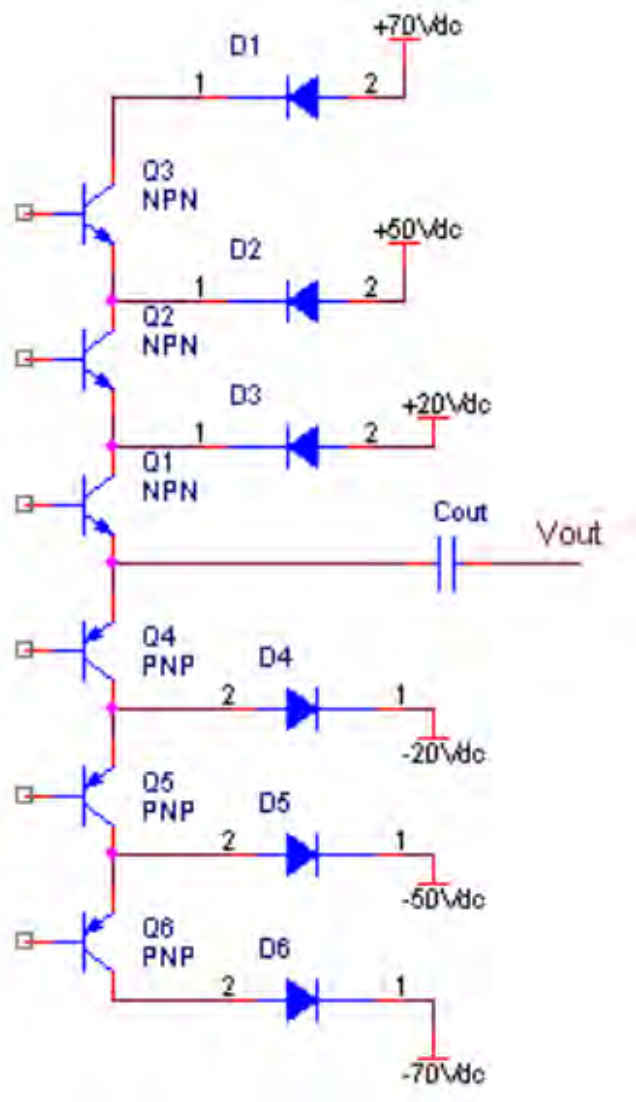
e. Tes Formatif 3

1. Gambarkan skema diagram penguat kelas G dan jelaskan prinsip kerjanya !

f. Kunci Jawaban 3

1. **kelas G**

Pada penguat kelas G, tegangan supply-nya dibuat bertingkat.Terutama untuk aplikasi yang membutuhkan power dengan tegangan yang tinggi, agar efisien tegangan supplynya ada 2 atau 3 pasang yang berbeda.Misalnya ada tegangan supply +/-70 volt, +/-50 volt dan +/-20 volt.Konsep ranagkaian PA kelas G seperti pada gambar-13.Sebagai contoh, untuk alunan suara yang lembut dan rendah, yang aktif adalah pasangan tegangan supply +/-20 volt. Kemudian jika diperlukan untuk men-drive suara yang keras, tegangan supply dapat di-switch ke pasangan tegangan supply maksimum +/-70 volt.

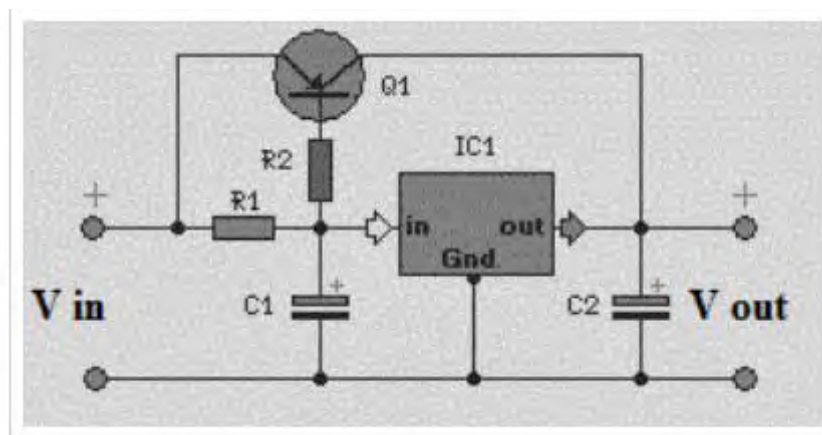
+70Vdc
D1
1
2
Q3
NPN
+50Vdc
D2
1
2
Q2
NPN
D3
+20Vdc
1
2
Q1
NPN
Cout
Vout
Q4
PNP
D4
2
1
-20Vdc
Q5
PNP
D5
2
1
-50Vdc
Q6
PNP
D6
2
1
-70Vdc

g. Lembar Kerja 3

Judul :Rangkaian Penguat Arus Sederhana

Alat Bahan :

1. R1 : 1 R – 2 W
2. R2 : 10 R – 2 W
3. C1 : 50 V – 1000 uF
4. C2 : 35 V – 470 uF
5. Q1 : TIP 2955
6. IC1 : 78xx Regulator LM 31
7. Multimeter
8. Solder
9. Pump Solder
10. Masker

Langkah kerja

1. Siapkan alat dan bahan yang diperlukan.
2. Susunlah rangkaian seperti gambar berikut

3. Pada skema gambar diatas, rangkaian penguat arus ini menggunakan regulator positif LM 78XX dan juga LM 137 yang dirangkai untuk mendapatkan perkuatan arus tegangan yang diinginkan. Biasanya pada regulator positif ini, hanya mengalirkan arus sebesar 1 Ampere saja.

Fungsi dari transistor inilah yang bisa membuat nilai dari tegangan arus tersebut meningkat di area regulator tersebut.Besaran dari aliran arus tersebut tentunya bergantung kepada nilai transistor yang digunakan.Makin besar nilai transistor, maka makin besar nilai tegangan arusnya.

4. Buatlah Laporan praktikum.

4. Pembelajaran keempat

A. Tujuan Pembelajaran :

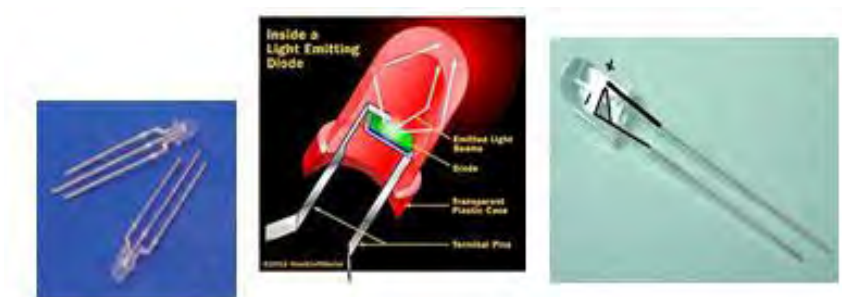
Setelah mempelajari kegiatan belajar keempat, peserta didik diharapkan dapat :

1. Memahami Piranti optik diidentifikasi kegunaannya sebagai *LED, LCD* dan sebagainya.
2. Memahami Piranti optik untuk Solar sel dapat dijelaskan aktivasinya dengan benar.
3. Memahami Piranti optik untuk *photo resistor*, *photodiode, phototransistor* dapat Memahami dijelaskan pemakaiannya masing-masing dan dapat digambarkan skemanya.
4. Memahami dasar Rangkaian Seven Segment

B. Uraian Materi

- **PIRANTI OPTIK**

LED (Light Emiting Dioda) adalah *dioda* yang didalam *Junction* diadop dengan Fosfor, maka bila dialiri arus listrik akan menghasilkan cahaya.

Simbol dan beberapa Contoh *LED*

Macam-Macam *LED*

Pemakaian Dioda sebagai *Art Work* Panel

Pemamakaian *LED* sebagai *Didplay*.

LCD (Liquid Crystal Display) adalah piranti *Display* yang banyak dipakai sebagai tampilan *Output* sebuah Proses Digital, seperti Kalkulator, Jam, *Counter* bahkan monitor Personal *Computer*.

Beberapa contoh LCD :

LCD pada display kalkulator

LCD pada display Jam

LCD Sebagai display penampil Suhu

LCD sebagai *BCD to 7Segment Display*

LCD sebagai Penampil Monitor Personal Computer

Solar Sel/*Solar system* adalah *photovoltaic panels,* Kristal dari olahan pasir silica yang dibuat seri-paralel dalam cetakan apabila terkena sinar matahari atau sinar lampu TL dapat menghasilkan energi listrik *AC* maupun *DC*. Akan tetapi untuk pencahayaan yang stabil yang dapat dimanfaatkan secara produktif adalah energi listrik *DC.*Dalam aplikasinya ini sangat baik sebagai pembangkit listrik ramah lingkungan, khususnya di daerah tropis yang hampir sepanjang tahun ada sinar matahari.Sinar matahari yang diubah kedalam energi listrik oleh *Solar system* selanjutnya disimpan dalam *Accumulator* dengan melalui regulator, baru dimanfaatkan sesuai kebutuhan. Oleh karena energinya telah disimpan kedalam *accumulato*r, walaupun sinar matahari tidak bersinar ketika malam/ siang cuaca mendung, maka energi dari *Accumulator* tadi yang dipakai sebagai sumber energi listrik dan usia peralatan listrik lebih awet.

Panel Solar sebagai pembangkit listrik alternatif

Pemasangan dibuat miring untuk memperoleh sinar yang maksimal dan pembersihan otomatis oleh air hujan terhadap debu.

Pemasangang Panel Solar di atap rumah dan di perbukitan

Piranti optik untuk *photo resistor*, *photodiode, phototransistor* dapat dijelaskan pemakaiannya masing-masing dan dapat digambarkan skemanya *Photo Resistor/LDR (Light Dependent resistor)*, adalah *resistor* yang memiliki sifat bila terkena cahaya nilai resistansinya akan berubah. Semakin terang cahaya yang menyinarinya maka akan semakin kecil nilai resistansinya, dan bila cahaya semakin gelap nilai resistansinya semakin besar.

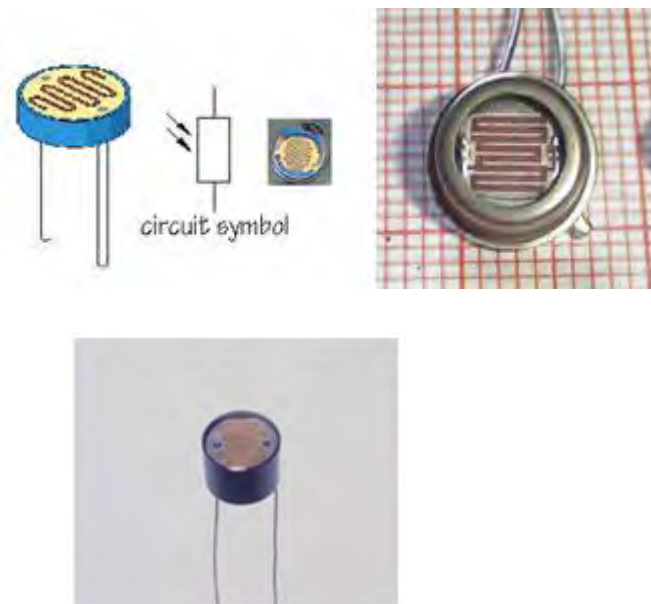
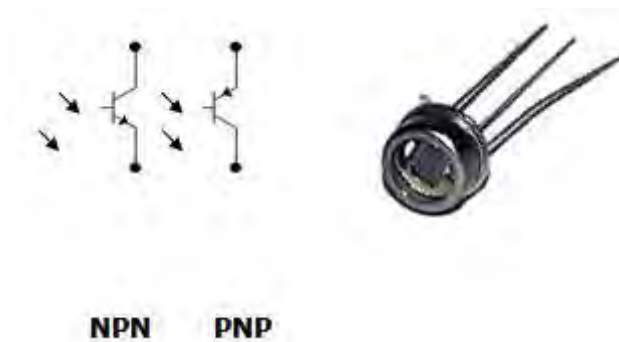
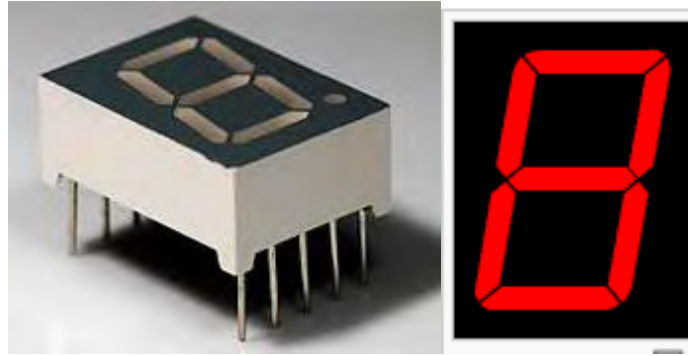
Photo *Resistor/ LDR* banyak dipakai sebagai alat kontrol elektronik yang berkaitan dengan menggunakan efek cahaya

Simbol dan bentuk fisik LDR

Photo Dioda, adalah semi konduktor yang memiliki 2 elektroda, Anoda dan Katoda strukturnya *Junction* PN di adop dengan Optik, sehingga konduktifitas arus yang mengalir ditentukan oleh besar kecilnya cahaya yang menyinarinya. Semakin terang cahaya yang menyinarinya konduktifitasnnya semakin baik, arus yang mengalir pada *Photo Dioda*akan semakin besar. *Photo Dioda* banyak dipakai sebagai alat kontrol elektronik yang berkaitan dengan pengaturan arus menggunakan efek cahaya.

Simbol dan bentuk fisik Photo Dioda

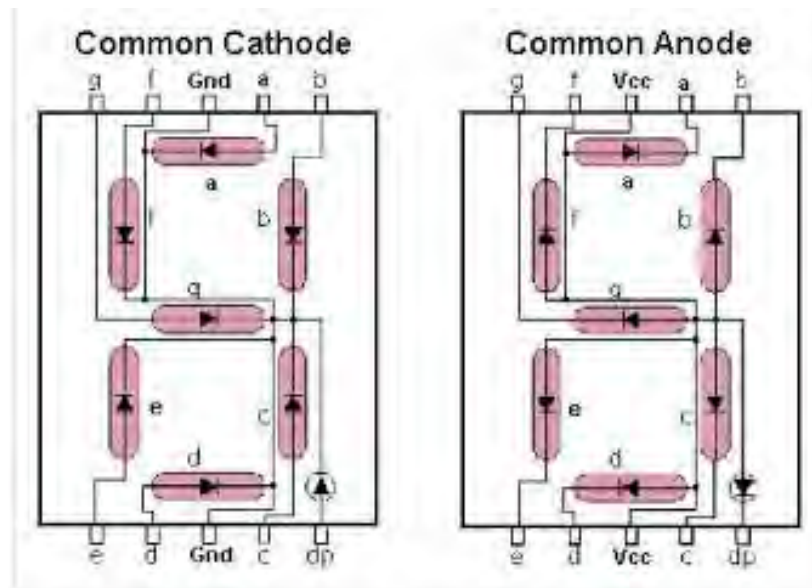
Photo Transistor, adalah semi konduktor yang memiliki 3 elektroda, Emitor, Basis dan Kolektor, strukturnya J*unction* PN dan NP atau sebaliknya di adop dengan Optik, sehingga konduktifitas **arus Basis** yang mengalir ditentukan oleh **besarkecilnya cahaya** yang menyinarinya. Semakin terang cahaya yang menyinarinya konduktifitasnnya semakin baik, arus yang mengalir pada *Photo Transistor*akan semakin besar. *Photo Transistor* banyak dipakai sebagai alat kontrol elektronik yang berkaitan dengan pengaturan arus menggunakan efek cahaya.

Simbol dan fisik *Photo Transistor*

Seven segment adalah suatu segmen-segmen yang digunakan untuk menampilkan angka / bilangan decimal. Seven segment ini terdiri dari 7 batang LED yang disusun membentuk angka 8 dengan menggunakan huruf a-f yang disebut DOT MATRIKS. Setiap segment ini terdiri dari 1 atau 2 LED (Light Emitting Dioda).

Seven Segment Display

Seven segment dapat menampilkan angka-angka desimal dan beberapa karakter tertentu melalui kombinasi aktif atau tidaknya LED penyususnan dalam seven segment. Untuk mempermudah pengguna seven segment, umumnya digunakan sebuah decoder atau sebuah seven segment driver yang akan mengatur aktif atau tidaknya led-led dalam seven segment sesuai dengan inputan biner yang diberikan.Piranti tampilan modern disusun sebagai pola 7 segmen atau dot matriks.

Jenis 7 segmen sebagaimana namanya, menggunakan pola tujuh batang led yang disusun membentuk angka 8 seperti yang ditunjukkan pada gambar di atas. Huruf-huruf yang diperlihatkan dalam gambar tersebut ditetapkan untuk menandai segmen-segmen tersebut. Dengan menyalakan beberapa segmen yang sesuai, akan dapat diperagakan digit-digit dari 0 sampai 9, dan juga bentuk huruf A sampai F (dimodifikasi).Sinyal input dari switches tidak dapat langsung dikirimkan ke peraga 7 segmen, sehingga harus menggunakan decoder BCD (Binary Code Decimal) ke 7 segmen sebagai antar muka. Decoder ini terdiri dari gerbang-gerbang logika yang masukannya berupa digit BCD dan keluarannya berupa saluran-saluran untuk mengemudikan tampilan 7 segmen.

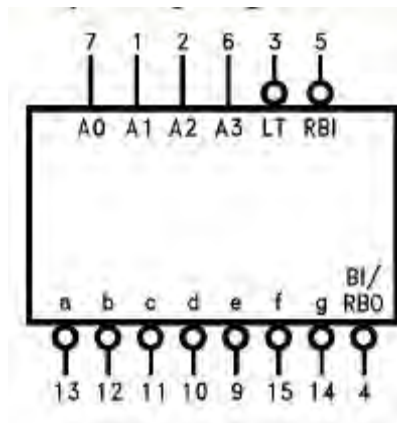
Seven segmen ada 2 jenis, yaitu Common Anoda dan Common Katoda

1. ***Common Anoda*** merupakan pin yang terhubung dengan semua kaki anoda LED dalam seven segmen. Common anoda diberi tegangan VCC dan seven segmen dengan common anoda akan aktif pada saat diberi logika rendah (0) atau sering disebut *aktif low*. Kaki katoda dengan label a sampai h sebagai pin aktifasi yang menentukan nyala LED.
2. ***Common Katoda*** merupakan pin yang terhubung dengan semua kaki katoda LED dalam seven segmen dengan common katodak akan aktif apabila diberi logika tinggi (1) atau disebut *aktif high*. Kaki anoda dengan label a sampai h sebagai pin aktifasi yang menentukan nyala LED.

Common Anoda dan Katoda Seven Segment

Prinsip kerja seven segmen ialah input biner pada switch dikonversikan masuk ke dalam decoder, baru kemudian decoder mengkonversi bilangan biner tersebut menjadi decimal, yang nantinya akan ditampilkan pada seven segment.

Seven segment dapat menampilkan angka-angka desimal dan beberapa karakter tertentu melalui kombinasi aktif atau tidaknya LED penyusunan dalam seven segment. Untuk memudahkan penggunaan seven segment, umumnya digunakan sebuah decoder(mengubah/ mengkoversi input bilangan biner menjadi decimal) atau seven segment driver yang akan mengatur aktif tidaknya led-led dalam seven segment sesuai dengan nilai biner yang diberikan.

Dekoder BCD ke seven segment digunakan untuk menerima masukan BCD 4-bit dan memberikan keluaran yang melewatkan arus melalui segmen untuk menampilkan angka desimal. Jenis dekoder BCD ke seven segment ada dua macam yaitu dekoder yang berfungsi untuk menyalakan seven segment mode common anoda dan dekoder yang berfungsi untuk menyalakan seven segment mode common katoda. Contoh IC converter BCD to Seven Segment untuk 7-segment Common Anoda pake decoder IC TTL 7447 untuk Common Katoda pake IC TTL 7448.

Salah satu contoh saja, IC 74LS47 merupakan dekoder BCD ke seven segment yang berfungsi untuk menyalakan seven segmen mode common anode. Gambar dan konfigurasi pin IC 74LS47 ditunjukkan pada gambar berikut :

IC 74LS47 sebagai dekoder BCD ke seven segment

Dekoder BCD ke seven segment mempunyai masukan berupa bilangan BCD 4-bit (masukan A, B, C dan D). Bilangan BCD ini dikodekan sehingga membentuk kode tujuh segmen yang akan menyalakan ruas-ruas yang sesuai pada seven segment. Masukan BCD diaktifkan oleh logika „1", dan keluaran dari dekoder 7447 adalah aktif low. Tiga masukan ekstra juga ditunjukkan pada konfigurasi pin IC 7447 yaitu masukan (lamp test), masukan (blanking input/ripple blanking output), dan (ripple blanking input).Berikut adalah Tabel kebenaran dari IC 74LS47 :

Decimal or	Inputs							Outputs							Note
Function	$\overline{LT}$	$\overline{RBI}$	A3	A2	A1	A0	$\overline{BI}/\overline{RBO}$	$\overline{a}$	$\overline{b}$	$\overline{c}$	$\overline{d}$	$\overline{e}$	$\overline{f}$	$\overline{g}$	
0	H	H	L	L	L	L	H	L	L	L	L	L	L	H	(Note 2)
1	H	X	L	L	L	H	H	H	L	L	H	H	H	H	(Note 2)
2	H	X	L	L	H	L	H	L	L	H	L	L	H	L	
3	H	X	L	L	H	H	H	L	L	L	L	H	H	L	
4	H	X	L	H	L	L	H	H	L	L	H	H	L	L	
5	H	X	L	H	L	H	H	L	H	L	L	H	L	L	
6	H	X	L	H	H	L	H	H	H	L	L	L	L	L	
7	H	X	L	H	H	H	H	L	L	L	H	H	H	H	
8	H	X	H	L	L	L	H	L	L	L	L	L	L	L	
9	H	X	H	L	L	H	H	L	L	L	H	H	L	L	
10	H	X	H	L	H	L	H	H	H	H	L	L	H	L	
11	H	X	H	L	H	H	H	H	H	L	L	H	H	L	
12	H	X	H	H	L	L	H	H	L	H	H	H	L	L	
13	H	X	H	H	L	H	H	L	H	H	L	H	L	L	
14	H	X	H	H	H	L	H	H	H	H	L	L	L	L	
15	H	X	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	
$\overline{BI}$	X	X	X	X	X	X	L	H	H	H	H	H	H	H	(Note 3)
$\overline{RBI}$	H	L	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	(Note 4)
$\overline{LT}$	L	X	X	X	X	X	H	L	L	L	L	L	L	L	(Note 5)

Tabel Kebenaran dari IC 74LS47

Pada konfigurasi pin IC 7447 yaitu masukan (lamp test), masukan (blanking input/ripple blanking output), dan (ripple blanking input).

LT' , Lamp Test, berfungsi untuk mengeset display, bila diberi logika „0‟ maka semua keluaran dari IC ini akan berlogika 0. Sehingga seven segment akan menunjukkan angka delapan (8).

BI'/RBO' , Blanking Input/Row Blanking Output, berfungsi untuk mematikan keluaran dari IC. Bila diberi logika “0” maka semua keluaran IC akan berlogika “1” dan seven segment akan mati.

RBI' , Row Blanking Input, berfungsi untuk mematikan keluaran dari IC jika semua input berlogika “0”. Bila diberi logika “0”, diberi logika “1” dan diberi logika “0” maka semua keluaran IC akan berlogika “1” dan seven segment akan mati.

Rangkuman :

Piranti optik diidentifikasi kegunaannya sebagai *LED, LCD* dan sebagainya

LED (Light Emiting Dioda) adalah dioda yang didalam *Junction* diadop dengan Fosfor, maka bila dialiri arus listrik akan menghasilkan cahaya

LCD (Liquid Crystal Display) adalah piranti *Display* yang banyak dipakai sebagai tampilan Output sebuah Proses Digital, seperti Kalkulator, Jam, *Counter* bahkan monitor *Personal Computter*

Piranti optik untuk Solar sel/ *Solar system* dapat dijelaskan aktivasinya dengan benar.

Solar Sel/*Solar system* adalah *photovoltaic panels,* Kristal dari olahan pasir silica yang dibuat seri-paralel dalam cetakan apabila terkena sinar matahari atau sinar lampu TL dapat menghasilkan energi listrik *AC* maupun *DC*. Akan tetapi untuk pencahayaan yang stabil yang dapat dimanfaatkan secara produktif adalah energi listrik *DC*

Dalam aplikasinya ini sangat baik sebagai pembangkit listrik ramah lingkungan, khususnya di daerah tropis yang hampir sepanjang tahun ada sinar matahari.

Sinar matahari yang diubah kedalam energi listrik oleh *Solar system* selanjutnya disimpan dalam Accumulator dengan melalui regulator, baru dimanfaatkan sesuai kebutuhan. Panel *Solar system* sebagai Pembangkit Listrik alternatif.

Piranti optik untuk *photo resistor*, *photodiode, phototransistor* dapat dijelaskan pemakaiannya masing-masing dan dapat digambarkan skemanya.

Photo Resistor/LDR (Light Dependent resistor), adalah *resistor* yang memiliki sifat bila terkena cahaya nilai resistansinya akan berubah. Semakin terang cahaya yang menyinarinya maka akan semakin kecil nilai resistansinya, dan bila cahaya semakin gelap nilai resistansinya semakin besar.

Photo Dioda, adalah semi konduktor yang memiliki 2 elektroda, Anoda dan Katoda strukturnya Junction PN di adop dengan Optik, sehingga konduktifitas arus yang mengalir ditentukan oleh besar kecilnya cahaya yang menyinarinya.

Seven segment adalah suatu segmen-segmen yang digunakan untuk menampilkan angka / bilangan decimal. Seven segment ini terdiri dari 7 batang LED yang disusun membentuk angka 8 dengan menggunakan huruf a-f yang disebut DOT MATRIKS. Setiap segment ini terdiri dari 1 atau 2 LED (Light Emitting Dioda)

d. Tugas 4

1. Tugas Carilah artikel yang membahas tentang Piranti Optik, ***LED; SolarCell; LCD; LDR; Photo Dioda; Photo Transistor, Seven Segment*** dan buat rangkuman dari masing-masing dan sampaikan laporan dalam bentuk ***Porto Folio***!

e. Tes Formatif 4

1. Apakah yang anda ketahui tentang *LED* ?
2. Sebutkan kegunaan dari Panel *Solar* !
3. Apakah *LDR* itu ?
4. Sebutkan fungsi *Photo Dioda* dan *Photo Transistor* !
5. Apa yang anda ketahui tentang Seven Segment ?

f. Kunci Jawaban 4

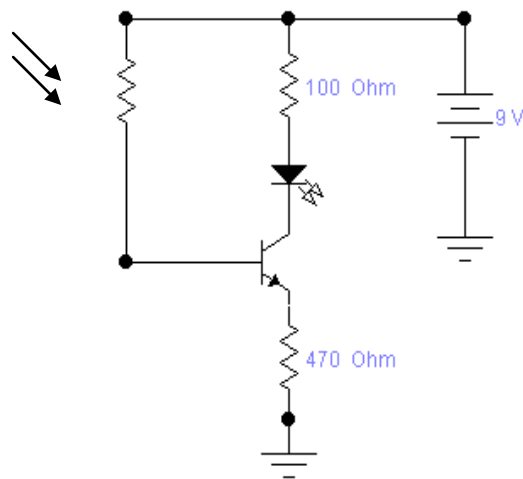
1. *LED (Light Emiting Dioda),* adalah *Dioda*didalam *Junction* diadop dengan Fosfor, bila dialiri arus listrik akan menghasilkan cahaya dalam aplikasinya dipakai sebagai Indikator *Display*.
2. Solar Sel/*Solar system* adalah *photovoltaic panels,* Kristal dari olahan pasir silica yang dibuat seri-paralel dalam cetakan apabila terkena sinar matahari atau sinar lampu TL dapat menghasilkan energi listrik *AC* maupun *DC*. Akan tetapi untuk pencahayaan yang stabil yang dapat dimanfaatkan secara produktif adalah energi listrik *DC*.
3. *Photo Resistor/LDR (Light Dependent resistor),* adalah *resistor* yang memiliki sifat bila terkena cahaya nilai resistansinya akan berubah.
4. *Photo Dioda* dan *Photo Transistor* adalah Semi Konduktor yang aliran listriknya dipengaruhi oleh intensitas cahaya dan banyak dipakai sebagai sensor elektronik.
5. Seven segment adalah suatu segmen-segmen yang digunakan untuk menampilkan angka / bilangan decimal. Seven segment ini terdiri dari 7 batang LED yang disusun membentuk angka 8 dengan menggunakan huruf a-f yang disebut DOT MATRIKS. Setiap segment ini terdiri dari 1 atau 2 LED (Light Emitting Dioda)

g. Lembar Kerja 4

Judul :Tugas Terstruktur

Alat Bahan :

1. *Project Board* ……………………………………………… 1 Buah
2. Catu Daya Regulasi 9 V ……………………………… 1 Unit
3. Multimeter ………………………………………………… 1 Unit
4. *Resistor* (100 Ohm, 470 Ohm, LDR) ………….. 1 Buah
5. *LED* ……………………………………………………... 1 Buah
6. *Transistor* C 828 …………………………………..… 1 Buah
7. *Photo Dioda* ………………………………………… 1 Buah
8. *Photo Transistor* ………………………………….… 1 Buah

1. Langkah Kerja :

Gambar : Uji Coba *LDR*.

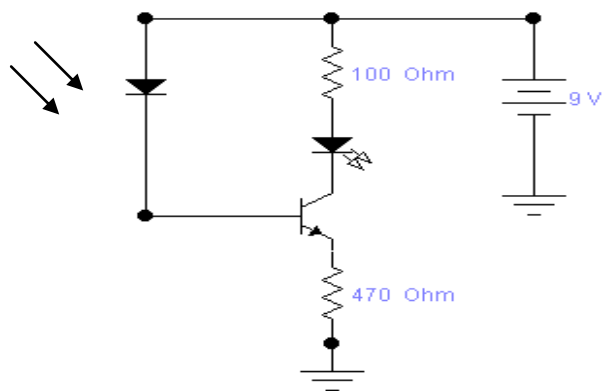
Gambar Rangkaian : Uji Coba *LDR*

2. Rangkaikan komponen kedalam Project Board sesuai rangkaian 159.

3. Tutplah *LDR* dengan Isolatip Hitam, ukur VC *Transistor* tegangannya terbaca sebesar ....*Volt*, dan Kondisi*LED* ....

4. Buka dan terangi *LDR* dengan Cahaya yang cukup, amati *LED* kondisinya ...., Ukur *VC* ....

5. Buat kesimpulan dari ujicoba dengan *LDR*tersebut !

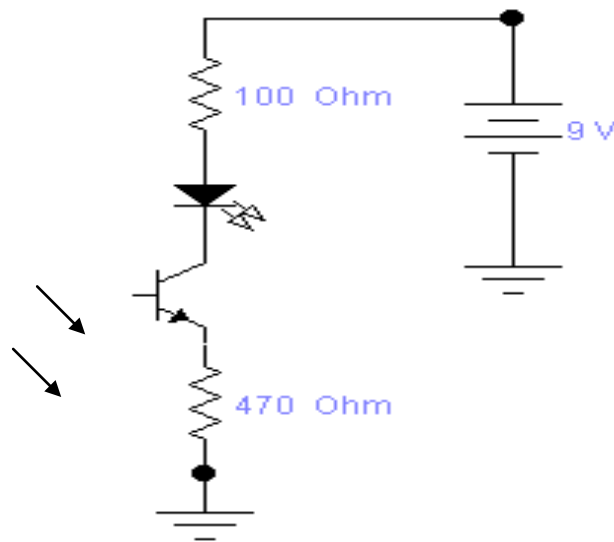
6. Rubahlah rangkaian seperti Gambar 160 !

Gambar : Uji Coba *Photo Dioda*.

7. Rangkaikan komponen kedalam *Project Board* sesuai rangkaian 160.

8. Tutplah *Photo Dioda* dengan Isolatip Hitam, ukur VC *Transistor* tegangannya terbaca sebesar ....*Volt,* dan Kondisi *LED* ....

9. Buka dan terangi *Photo Dioda* dengan Cahaya yang cukup, amati *LED* kondisinya ...., Ukur *VC* ....

10. Buat kesimpulan dari ujicoba dengan *Photo Dioda*tersebut !

11. Rubah rangkaian kedalam Gambar 161 !

Uji Coba *Photo Transistor*

12. Rangkaikan komponen kedalam *Project Board* sesuai rangkaian 161.

13. Tutplah *Photo Transistor* dengan Isolatip Hitam, ukur VC *Transistor* tegangannya terbaca sebesar ....*Volt*, dan Kondisi *LED* ....

14. Buka dan terangi *Photo TRansistor* dengan Cahaya yang cukup, amati *LED* kondisinya ...., Ukur *VC* ....

15. Buat kesimpulan dari ujicoba dengan *Photo Transistor*tersebut !

BAB III

EVALUASI

A. Attitude skill

No.	Nama	Aspek Penilaian					Total nilai
		Penggalian informasi dari media	Kesesuaian materi	Menghargai pendapat orang lain	Bekerja sama dg orang lain	mengendalikan diri	
1							
2							

Kriteria penskoran:

Angka 3 : baik – aktif/logis rasional

Angka 2 : cukup

Angka 1 : kurang

Skor : $\frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimal}}$ x nilai maksimal = 100

Contoh : $\frac{3 + 2 + 3 + 3 + 2}{15} \times 100 = \frac{13}{15} \times 100 = 87$

B. Kognitif skill

1) **Pedoman Penilaian Soal Essay**

No Soal	Skor Maksimal	Keterangan	Skor
1	10	* Jika jawaban benar dan lengkap	10
		* Jika jawaban kurang lengkap	7
		* Jika menjawab dengan salah	3

2	10	* Jika jawaban benar dan lengkap	10
		* Jika jawaban kurang lengkap	7
		* Jika menjawab dengan salah	3
3	10	* Jika jawaban benar dan lengkap	10
		* Jika jawaban kurang lengkap	7
		* Jika menjawab dengan salah	3
4	10	* Jika jawaban benar dan lengkap	10
		* Jika jawaban kurang lengkap	7
		* Jika menjawab dengan salah	3
5	10	* Jika jawaban benar dan lengkap	10
		* Jika jawaban kurang lengkap	7
		* Jika menjawab dengan salah	3

2) Pedoman Penilaian Pilihan Ganda

- Nilai maksimum = 10

C. Psikomotorik skill

LEMBAR PENILAIAN

Nama siswa	:…………………..
Tingkat / Kelas	:…………………..
Semester	:…………………..
Standar Kompetensi	:…………………..
Kompetensi Dasar	:…………………..

No	Komponen/Subkomponen Penilaian	Bobot	Pencapaian Kompetensi			
			Tidak (0)	Ya		
				7,0-7,9	**8,0-8,9**	**9,0-10**
I	Persiapan Kerja	10				
	▪ emakai pakain praktek					
	▪ emeriksa peralatan					
II	Proses kerja	40				
	▪ erapian memasang komponen					
	▪ ebenaran pemasangan Komponen					
	▪ utput Rangakaian					
III	Sikap Kerja	20				
	▪ eselamatan kerja					
	▪ anggung jawab					
IV	Laporan	30				

	▪ oldering					
	▪ esimpulan					
Nilai Praktik						

Bandung,

Guru mata pelajaran

D. Produk benda kerja sesuai criteria standar

E. Batasan waktu yang telah ditetapkan

F. Kunci jawaban

BAB IV

PENUTUP

Materi *aircraft electrical and electronics* pada bahan ajar ini merupakan materi yang harus dimiliki oleh setiap siswa yang mengambil Program Keahlian Teknologi Pesawat Udara khususnya Paket Keahlian Kelistrikan Pesawat Udara , sehingga apabila lulus nanti akan sangat membantu dalam pelaksanaan tugas sebagai mekanik di bidang penerbangan baik di industry manufaktur maupun perawatan Pesawat Udara.

Setelah menyelesaikan bahan ajar ini, anda berhak untuk mengikuti tes teori dan praktik untuk menguji kompetensi yang telah anda pelajari. Apabila anda dinyatakan memenuhi syarat kelulusan dari hasil evaluasi dalam bahan ajar ini, maka anda berhak untuk melanjutkan ke topik/bahan ajar yang lainya . Dan apabila anda telah menyelesaikan seluruh evaluasi dari setiap bahan ajar, maka hasil yang berupa nilai dari guru/ instruktur atau berupa portofolio dapat dijadikan sebagai bahan verifikasi oleh industry .Selanjutnya hasil tersebut dapat dijadikan sebagai penentu standar pemenuhan kompetensi tertentu dan bila memenuhi syarat anda berhak mengikuti uji kompetensi yang diadakan bersama antara sekolah dan industry untuk mendapatkan sertifikat kompetensi yang dikeluarkan oleh industry .

DAFTAR PUSTAKA

A.J. Dirksen, 1982, **Pelajaran Elektronika Jilid1**, Penerbit Erlangga, Jakarta

Drs. Bambang Soepatah dan Drs. Soeparno, 1978, **Mesin Listrik 1**, Proyek Pengadaan Buku/Diktat Pendidikan Menengah Teknologi. Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta, Indonesia.

Drs. Moh. Nur dan Drs. B.J. Wibisono, 1978, **Ilmu Elektronika 2**, Proyek Pengadaan Buku/Diktat Pendidikan Menengah Teknologi. Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta, Indonesia.

John D. Ryder, PHD, **Engineering Electronics**, International Student Edition

M. Afandi dan Agus Ponidjo, 1977, **Pengetahuan Dasar Teknik Listrik 1**, Proyek Pengadaan Buku/Diktat Pendidikan Menengah Teknologi. Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta, Indonesia.

Millman Jacob dan Halkias Christos C, 1985, **Elektronika Terpadu Jilid2**, Erlangga, Jakarta

Old Sworth, 1985, **Digital Logic Design Butter** Worth, London

Pudak Scientific, **Basic Digital Communication**, Bandung, Indonesia

Wasito S, 1980, **Pelajaran Elektronika, Penguat Frekuensi TinggiJilid 2a**, Penerbit Karya Utama, Jakarta

Wasito S, 1977, **Pelajaran Elektronika, Sirkit Arus Searah, Jilid 1a**, Penerbit Karya Utama, Jakarta

Wasito S, **Pelajaran Elektronika Teknik Digital**, Karya Utama, Jakarta

Wasito S, 1982, **Pelajaran Elektronika, Teknik Denyut Op-amp ThyristorJilid 3**, Penerbit Karya Utama, Jakarta

Wasito S, 1995,**Vedemikum Elektronika Edisi Kedua**, Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta